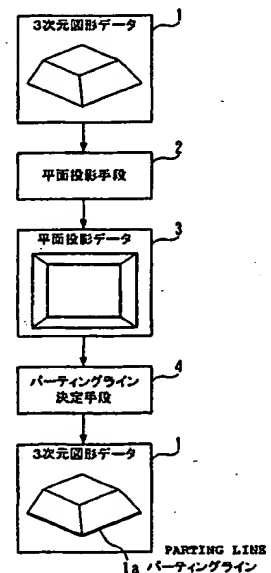




PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 B29C 45/26, 45/76, 33/38	A1	(11) 国際公開番号 WO00/06362 (43) 国際公開日 2000年2月10日(10.02.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/01815 (22) 国際出願日 1999年4月5日(05.04.99) (30) 優先権データ 特願平10/212639 1998年7月28日(28.07.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED)[JP/JP] 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 浅野直樹(ASANO, Naoki)[JP/JP] 富 国(FU, Guo)[CN/JP] 黒木 恒(KUROKI, Hitoshi)[JP/JP] 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa, (JP) ロベージュ ギ(ROBERGE, Guy)[CA/CA] G2E IH2 ケベック州 アンシエネロレット ヴィラ デ ボワ 1265番 Quebec, (CA)		(74) 代理人 弁理士 服部毅巖(HATTORI, Kiyoshi) 〒192-0082 東京都八王子市東町9番8号 八王子東邦生命ビル 服部特許事務所 Tokyo, (JP) (81) 指定国 KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: MOLD DESIGN SYSTEM AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM HAVING MOLD DESIGN PROGRAM RECORDED THEREIN (54) 発明の名称 型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体 (57) Abstract It is intended to enable quick determination of an accurate parting line. Plane projection means (2) projects an edge of a product shape expressed by three-dimensional graphic data (1) onto a plane perpendicular to the opening direction of the mold, thus producing plane projection data (3). Parting line determination means (4) sequentially determines, as a parting line, a candidate edge having the largest interior angle at a contact with a deterministic parting line on the plane projection data, from among candidate edges adjacent to the deterministic parting line already determined as a parting line. Thus, a parting line (1a) of a mold for shaping the product shape expressed by the three-dimensional graphic data (1) is determined.		



- 1 ... THREE-DIMENSIONAL GRAPHIC DATA
 2 ... PLANE PROJECTION MEANS
 3 ... PLANE PROJECTION DATA
 4 ... PARTING LINE DETERMINATION MEANS

的確なパーティングラインを迅速に決定することができるようにする。

平面投影手段（２）は、３次元図形データ（１）で表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影し、平面投影データ（３）を作成する。パーティングライン決定手段（４）は、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、平面投影データ上での確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい候補エッジを順次パーティングラインとして決定していく。これにより、３次元図形データ（１）で表現された製品形状を成形するための型のパーティングライン（１a）が決定される。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリランカ	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GN	ガンビア	MC	モナコ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GM	ギニア	MD	モルドヴァ	TZ	タンザニア
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
DK	デンマーク	KR	韓国				

明 細 書

型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

5

技術分野

本発明は金型を設計するための型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関し、特に製品の3次元CADデータに基づいて金型を設計する型設計システム及び型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

10

背景技術

プラスチックを成形する方法に、射出成形がある。射出成形では、射出成形用金型内に溶融した物質を一定量出射することでプラスチックを成形する。そして、金型から取り出されたプラスチックが製品（部品なども含む）となる。従って、プラスチック製品などを設計した際には、同時に、その製品を成形するための金型を設計する必要がある。現在の製品の設計はCAD (Computer Aided Design) を用いて行うことがほとんどであるため、製品のCADデータに基づいて金型の設計も行われる。

15

図34は、製品のCADデータの例を示す図である。これは、四角い器の3次元のCADデータで表された製品形状200である。この製品形状200は、複数のフェース201と呼ばれる面で構成されている。そして、フェースとフェースとの交線がエッジ202である。

20

このような製品形状200ができあがったら、次に製品形状の空間を取り囲む金型を設計する。成形された製品を取り出す必要があることから、金型は少なくとも上下（Z軸方向）2つの部品から成る。上側の部

25

品をキャピティ側部品といい、下側の部品をコア側部品という。そして、金型を設計する際には、まず、上下の部品の境界線となるパーティングラインを定める。基本的にパーティングラインは、製品形状の最外周となるエッジを基準に決定する。このパーティングラインの決定作業は、
5 設計者自身が製品形状のエッジを指示することにより行う。図の例では、Z軸方向から見た場合に最外周となるエッジの集合がパーティングライン210となる。

製品形状のパーティングラインが決定すれば、製品形状200のCADデータに基づいて金型の形状をコンピュータに計算させることができる。
10

図35は、金型の例を示す図である。図のように、コア側部品220には4角柱状の突起部が設けられており、キャピティ側部品230には四角い穴が設けられている。そして、コア側部品220の突起部の外周部分と、キャピティ側部品230の穴の縁の部分とが、それぞれパーティングライン221、231である。
15

このように、製品形状200（図34に示す）の中からパーティングラインを指定することで、図35に示すような金型の形状を求めることができる。

ところで、金型は上下2つの部品のみで構成されるのが理想であるが、
20 製品形状が複雑になればアンダーカット部分が存在することが避けられない。

図36は、アンダーカット部分を有する製品の3次元CADデータの例を示す図である。この製品形状300は、図34に示した製品形状200の側面部分に孔310が設けられている。この孔310がアンダー
25 カット部分である。このようなアンダーカット部分が存在すると、上下の2つの部品だけで金型を設計することはできない。そこで、スライド

コアと呼ばれる部品を用いる。

図 3 7 は、スライドコアを用いた金型の例を示す図である。図に示すように、アンダーカット部が存在する場合には、コア側部品 3 2 0、キャビティ側部品 3 3 0 以外に、スライドコア 3 4 0 が設けられている。

5 キャビティ側部品 3 3 0 には、スライドコア 3 4 0 をはめ込むための溝 3 3 1 が設けられている。そして、コア側部品 3 2 0 とキャビティ側部品 3 3 0 とを合致させ、キャビティ側部品 3 3 0 の溝 3 3 1 にスライド
10 コア 3 4 0 をはめ込んだ状態で溶融した物資を注入し、固める。その後、コア側部品 3 2 0 とキャビティ側部品 3 3 0 とを上下方向に開き、スライドコア 3 4 0 を図中の矢印の方向に引き抜けば、成形された製品を取り出すことができる。

このように、スライドコアを用いればアンダーカット部分があっても成形された製品を取り出すことができる。ただし、スライドコアを多用すると金型の部品点数が増加するとともに、製品の製造工程が煩雑とな
15 ってしまう、生産性の悪化を招く。そこで、金型を設計する際には、できるだけアンダーカット部分が発生しないようにパーティングラインを決定している。

しかし、製品形状が複雑になると、ユーザが的確にパーティングラインを指定するのは非常に困難な作業となる。

20 図 3 8 は、2 次元で表示された製品形状を示す図である。これは、製品形状 4 1 0 を Z 軸方向（金型開き方向）から見た場合の表示画面である。この画面では、製品形状の最外周を判別できるが、多くの場合、最外周には複数のエッジが存在している。従って、パーティングラインを指定するには、最外周に位置するエッジの中の 1 つを選択しなくてはな
25 らない。そこで、製品形状を X 軸方向や Y 軸方向から見た場合の形状を画面に表示させる必要がある。

図 3 9 は、図 3 8 の製品形状の右下部分を Y 軸方向から見た場合の矢視図である。この矢視図では、図 3 8 の画面では重なり合っていたエッジを区別することができる。ところが、この画面では、どのエッジが最外周であるのかを識別することができない。

- 5 このように、2次元のCADデータで製品形状を表示した場合、ユーザが間違いなくパーティングラインを指定するのは困難である。

図 4 0 は、3次元で表示される製品形状を示す図である。このように3次元で製品形状 4 2 0 を表示すれば、製品を立体的に認識できる。そこで、パーティングラインを指定するために、製品形状 4 2 0 の角にあ
10 たる部分 4 2 1 を拡大する。

図 4 1 は、図 4 0 の製品形状の一部拡大図である。このように拡大すれば、パーティングラインとすべきエッジを指定しやすくなる。しかし、この画面では、どのエッジが最外周であるのかを正確に判断するのは困難である。すなわち、最外周のエッジと、その他のエッジとの位置のず
15 れ量が微妙な場合には、どのエッジが最外周であるのかを正確に識別することができない。

従って、製品形状を3次元で表示しても、的確なパーティングラインをユーザが指定するのは困難である。

以上のことから、従来の型設計では、パーティングラインの指定ミス
20 を誘発しやすいとともに、パーティングラインの指定は非常に時間のかかる作業であった。しかも、最近のデザインの多様化および形状の複雑化に加え、モデルチェンジの頻繁化に伴って、金型設計の納期を短くすることが要求されている。このため、金型設計の工程の容易化及び迅速化を図り、金型設計を円滑に進める必要がある。

本発明はこのような点に鑑みなされたものであり、的確なパーティングラインを迅速に決定することができる型設計システムを提供することを目的とする。

また、本発明の他の目的は、的確なパーティングラインの決定をコンピュータに迅速に行わせることができる型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することである。

本発明では上記課題を解決するために、製品を成形するための型の設計を行う型設計システムにおいて、3次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段と、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段と、を有することを特徴とする型設計システムが提供される。

このような型設計システムによれば、3次元図形データで表現された製品形状のエッジが、平面投影手段によって、型の開き方向に垂直な平面に投影され、平面投影データが作成される。すると、パーティングライン決定部により、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、平面投影データ上での確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい候補エッジが順次パーティングラインとして決定され、製品形状を成形するための型のパーティングラインが決定される。

また、上記課題を解決するために、製品を成形するための型の設計を行う型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

- において、3次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段、としてコンピュータを機能させることを特徴とする型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。
- 10 このような型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された型設計プログラムをコンピュータに実行させれば、上記本発明に係る型設計システムに必要な機能がコンピュータ上に構築される。

- 15 本発明の上記および他の目的、特徴および利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

- 図1は、本発明の原理構成図である。
- 20 図2は、本発明を実施するためのCADシステムのハードウェア構成図である。
- 図3は、CADシステムの処理機能を示すブロック図である。
- 図4は、3次元CADデータの1面のデータ構造を示す図である。
- 図5は、3次元CADデータのデータ間の関連を示す図である。
- 25 図6は、2次元データのデータ構造を示す図である。
- 図7は、3次元CADデータの例を示す図である。

図 8 は、平面に投影された製品形状データを示す図である。

図 9 は、パーティングライン端点において求められる接線を示す図である。

図 10 は、内角の比較方法について説明する図である。

- 5 図 11 は、パーティングライン決定処理の流れを示すフローチャートである。

図 12 は、最初のパーティングラインの決定方法を示す図である。

図 13 は、最初のパーティングラインを算出する処理のフローチャートである。

- 10 図 14 は、隣接エッジに交点がある場合の状況を示す図である。

図 15 は、複数の交点がある場合の状況を示す図である。

図 16 は、多数の交点がある場合の 3 次元形状を示す図である。

図 17 は、交点が複数存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。

- 15 図 18 は、隣接エッジの内角が等しくなった場合の状況を説明する図である。

図 19 は、内角が最大となる隣接エッジが複数存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。

図 20 は、隣接エッジの長さの比較状況を示す図である。

- 20 図 21 は、隣接エッジの長さを比較する場合の処理手順を示すフローチャートである。

図 22 は、ユーザ指定が必要なパーティングラインの例を示す図である。

- 25 図 23 は、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在する場合の例を示す図である。

図 24 は、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在した場合の処理手

順を示すフローチャートである。

図 2 5 は、最初のパーティング以外のパーティングラインに接続した場合の例を示す図である。

図 2 6 は、隣接エッジに中間のパーティングラインが存在した場合の
5 処理手順を示すフローチャートである。

図 2 7 は、パーティングラインが交差した場合の例を示す図である。

図 2 8 は、パーティングラインが交差する場合の処理手順を示すフローチャートである。

図 2 9 は、アンダーカット部がある場合のパーティングラインの判断
10 例を示す図である。

図 3 0 は、スライドコアを示す図である。

図 3 1 は、スライドコアを考慮した場合のパーティングラインを示す図である。

図 3 2 は、スライドコアを考慮した場合の隣接エッジ検出処理の手順
15 を示すフローチャートである。

図 3 3 は、パーティングライン選択要求時の表示画面を示す図である。

図 3 4 は、製品の C A D データの例を示す図である。

図 3 5 は、金型の例を示す図である。

図 3 6 は、アンダーカット部分を有する製品の 3 次元 C A D データの
20 例を示す図である。

図 3 7 は、スライドコアを用いた金型の例を示す図である。

図 3 8 は、2 次元で表示された製品形状を示す図である。

図 3 9 は、図 3 8 の製品形状の右下部分を Y 軸方向から見た場合の矢視図である。

25 図 4 0 は、3 次元で表示される製品形状を示す図である。

図 4 1 は、図 4 0 の製品形状の一部拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の原理構成図である。まず、製品形状が3次元図形データ1で与えられている。3次元図形データ1は、フェースとエッジとによって製品形状を表現している。平面投影手段2は、3次元図形データ1で表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影することで、平面投影データ3を作成する。

パーティングライン決定手段4は、平面投影データ3が作成されると、すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、平面投影データ上での確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい候補エッジを順次パーティングラインとして決定していく。これにより、3次元図形データ1で表現された製品形状を形成するための型のパーティングライン1aが決定される。なお、確定パーティングラインと候補エッジとの間の内角は、それらが曲線の場合には、接点におけるそれぞれの接線同士の成す角度で定められる。

このような型設計システムによってパーティングラインを決定すれば、予め決定されたパーティングラインに対して内角が最大となるエッジが順次パーティングラインとして決定されるため、3次元図形データ1を金型開き方向からみた場合の最外周のエッジがパーティングラインとして自動的に決定される。その結果、的確なパーティングラインを迅速に決定することができる。

次に、本発明の型設計システムとしての機能を有するCADシステムのハードウェア構成について説明する。

図2は、本発明を実施するためのCADシステムのハードウェア構成

図である。このCADシステムは、CPU(Central Processing Unit) 11を中心に構成されている。CPU 11は、メモリ 12に記憶されたプログラムに基づいてパーティングラインの決定や型設計の演算を行うとともに、バス 17を介して接続された各種機器を制御する。バス 17
5 に接続された周辺機器は、次のようなものである。

ディスプレイコントローラ 13は、CPU 11から送られてくる描画命令に従って表示画像を生成し、表示装置 21に送る。ディスプレイコントローラ 13に接続された表示装置 21は、ディスプレイコントローラ 13から送られた表示画像情報に従い、その画像を画面に表示する。

10 入力機器インタフェース 14は、キーボード 22やマウス 23が接続されており、キーボード 22やマウス 23からの入力信号をCPU 11へ転送する。

ネットワークインタフェース 15は、LAN(Local Area Network)に接続されており、LANを介したデータ通信を制御する。すなわち、CPU 11から送られたデータをLAN上の他の装置へ転送するとともに、
15 LANを介して送られてきたデータを受け取りCPU 11に渡す。

HDD(Hard Disk Drive)コントローラ 16には、ハードディスク装置等の記憶装置 24が接続されており、HDDコントローラ 16が接続された記憶装置 24へのデータの入出力を制御する。記憶装置 24には、
20 CPU 11が実行すべきシステムプログラム、型設計プログラムを含むCADプログラム、及び3次元CADデータが格納されている。

このようなシステムのCPU 11にCADプログラムを実行させると、このコンピュータが本発明の型設計システムとしての機能を含むCADシステムとなる。この場合のCADシステムの処理機能を以下に示す。

25 図3は、CADシステムの処理機能を示すブロック図である。CADシステム 10の機能は、製品の3次元CADデータを作成する製品設計

部 1 0 a と、製品の 3 次元 C A D データに基づいて金型の 3 次元 C A D データを作成する金型設計部 1 0 b とに大別される。また、金型設計部 1 0 b は、3 次元の C A D データを平面上に投影する平面投影部 1 0 b a、平面に投影された形状を元にパーティングラインを求め出すパーティ
5 ィングライン決定部 1 0 b b、及び 3 次元の C A D データとパーティングラインのデータとから金型形状の C A D データを生成する金型形状算出部 1 0 b c とを含んでいる。

設計者は、キーボード 2 2 やマウス 2 3 などの入力装置を使用して命令を入力することで、製品設計部 1 0 a の機能を用いて製品形状を設計
10 する。設計された製品形状は、3 次元 C A D データとして記憶装置 2 4 に保存される。製品設計部 1 0 a により生成された 3 次元 C A D データは、複数のフェース要素で構成されている。そして、フェースとフェースの交線がエッジ要素となる。

図 4 は、3 次元 C A D データの 1 面のデータ構造を示す図である。図
15 中、外枠の細線で示した形状がフェース 3 1 であり、3 次元空間における曲面若しくは平面である。フェース 3 1 内の太線がエッジ 3 2 であり、3 次元空間における曲線若しくは直線である。このように、1 つの面を定義するためのデータは、1 つのフェースデータと、他のフェースとの境界となる 1 つ以上のエッジデータとから成る。境界となるエッジデ
20 タは、隣接する他のフェースデータと共有される。

図 5 は、3 次元 C A D データのデータ間の関連を示す図である。フェースデータ 3 1 a と複数のエッジデータ 3 2 a ~ 3 2 d とにより、1 つの面のデータが構成されている。そして、隣接するフェースデータ 3 1 b との境界となるエッジデータ 3 2 d は、2 つのフェースデータ 3 1 a、
25 3 1 b が共有している。

製品形状を示す 3 次元データが生成されたら、設計者は、入力装置を

用いて金型形状の生成指令を金型設計部 10 b に入力する。すると、平面投影部 10 b a により 3 次元 CAD データのエッジが金型開き方向から平面に投影される。その結果、2 次元データが生成される。

図 6 は、2 次元データのデータ構造を示す図である。2 次元データは、
5 曲線データ 4 1 と、曲線の端点を示す点データ 4 2 とで構成される。このような 2 次元データは、パーティングライン決定部 10 b b に渡される。パーティングライン決定部 10 b b は、渡された 2 次元データを用いて、必要に応じてユーザの指示を仰ぎながらパーティングラインを決定する。パーティングラインは、2 次元データのエッジ要素の中から製
10 品形状の最外周に基づき決定される。

以下に、3 次元 CAD データから 2 次元データを求めたときの具体例を示す。

図 7 は、3 次元 CAD データの例を示す図である。図に示すように、実際の製品形状 5 0 を表す 3 次元 CAD データは、非常に多くのフェースとエッジとで構成される。図 7 の例では、Z 軸方向に金型が開くものとする。そこで、平面投影部 10 b a が、製品形状データを Z 軸に垂直な平面に投影し、2 次元データを生成する。

図 8 は、平面に投影された製品形状データを示す図である。この図のように、3 次元 CAD データを 2 次元データ 5 0 a に変換することで、
20 製品形状の最外周の検出が容易となる。なお、この際 2 次元データ 5 0 a のエッジと 3 次元データのエッジとを関連付けておく。

生成された 2 次元データは、金型設計部 10 b により、パーティングライン決定部 10 b b に渡される。そして、パーティングライン決定部 10 b b が、2 次元形状の最外周を構成するエッジを、パーティングラインとして順次決定していく。それには、基本的な手順としては、まず、
25 最外周にあると明らかなエッジを最初のパーティングラインをユーザが

指定する。次に、確定したパーティングラインに隣接するエッジの中で、最外周にあると想定されるエッジを、パーティングラインとして順次決定していく。そして、決定したパーティングラインが最初に特定したパーティングラインに接していれば、パーティングラインの決定処理が終了する。

ここで、複数の隣接エッジからパーティングラインを決定するための処理内容をさらに詳しく説明する。

図 9 は、パーティングライン端点において求められる接線を示す図である。この図は、製品形状を投影した 2 次元データの一部を拡大したものである。すでに確定しているパーティングライン 5 1 の端点 P 1 では、2 つの隣接エッジ 5 2, 5 3 が存在する。そこで、パーティングライン 5 1 の端点 P 1 での接線 5 1 a を求めるとともに、隣接エッジ 5 2, 5 3 の端点 P 1 での接線 5 2 a, 5 3 a を求める。なお、ここでいうエッジ端点での接線とは、端点に設定した定点 P とエッジ上の動点 Q を通る直線を考え、動点 Q がエッジの曲線に沿って定点 P に限りなく近づく時、直線 P Q が限りなく或る直線 L に近づいた場合の、その直線 L をいう。

ここで、パーティングライン 5 1 の接線 5 1 a と隣接エッジの接線 5 2 a, 5 3 a とから求まる内角を比較することにより、2 つの隣接エッジ 5 2, 5 3 のどちらをパーティングラインとすべきかが確定する。

図 10 は、内角の比較方法について説明する図である。まず、パーティングライン 5 1 の接線 5 1 a に重なる半直線として、接点 P 1 からパーティングラインが存在する方向へ延びる半直線 5 1 b を考える。一方、隣接エッジ 5 2, 5 3 の接線 5 2 a, 5 3 a に重なる半直線として、接点 P 1 から隣接エッジが存在する方向へ延びる半直線 5 2 b, 5 3 b を考える。そして、半直線 5 1 b と半直線 5 2 b, 5 3 b との成す角度を測る。このとき、パーティングラインとなるエッジの検出を、製品形状

の最外周を時計回りに行っているのであれば、半直線 5 1 b から半直線 5 2 b, 5 3 b までの反時計回りの角度が内角となる。逆に、パーティ
ン グ ラ イ ン と な る エ ッ ジ の 検 出 を、製 品 形 状 の 最 外 周 を 反 時 計 回 り に 行
っ て い る の で あ れ ば、半 直 線 5 1 b から 半 直 線 5 2 b, 5 3 b までの 時
5 計 回 り の 角 度 が 内 角 と な る。

図の例では、パーティングラインとなるエッジの検出を、製品形状の
最外周を時計回りに行っている。そのため、図中の半直線 5 1 b の上側
に製品が存在する。従って、半直線 5 1 b から反時計回りに、他の半直
線 5 2 b, 5 3 b までの角度（内角）を測る。その結果、半直線 5 2 b
10 の方が、角度が大きいことが分かる。従って、この例では半直線 5 2 b
に対応する隣接エッジ 5 2 がパーティングラインとして特定される。

製品形状の最外周を 1 周するパーティングラインが決定したら、パー
ティングラインを構成するエッジデータの集合と 3 次元 CAD データと
が、金型形状算出部 1 0 b c に渡される。金型形状算出部 1 0 b c は、
15 3 次元 CAD データとパーティングラインに関するデータとに基づいて、
製品を成形するための金型の 3 次元 CAD データを生成する。生成され
た金型形状の 3 次元 CAD データは、記憶装置 2 4 に保存される。

以上のようにして、製品を成形するための金型が設計される。

次に、パーティングラインを決定するための処理手順の詳細を説明す
20 る。

図 1 1 は、パーティングライン決定処理の流れを示すフローチャート
である。以下の処理を、ステップ番号に沿って説明する。

[S 1] 金型設計部 1 0 b は、ユーザに対して、パーティングラインを
求める製品形状データを指定させる。

25 [S 2] 金型設計部 1 0 b は、ユーザに対して、パーティングラインの
算出起点となるエッジを指定させる。

[S 3] 金型設計部 10 b は、ユーザによって指定されたエッジを、最初のパーティングラインとして記憶する。これは、後の処理に利用するためである。

5 [S 4] 金型設計部 10 b は、ステップ S 1 で指定された 3 次元 CAD データを平面投影部 10 b a に渡す。すると、平面投影部 10 b a が、製品のエッジを金型抜き方向に垂直な平面に投影する。これにより生成された投影図のデータは、パーティングライン決定部 10 b b に渡される。

10 [S 5] パーティングライン決定部 10 b b は、最初のパーティングラインの投影エッジの一方の端点を選択し、選択した端点に隣接する別の隣接エッジを検出する。

[S 6] パーティングライン決定部 10 b b は、ステップ S 3 及びステップ S 1 3 で記憶されたパーティングラインの隣接エッジの端点における接線を算出する。接線を算出する端点は、最初のパーティングライン
15 しか記憶されていない段階ではステップ S 5 で選択された端点であり、ステップ S 1 3 において隣接エッジが記憶された後であれば、記憶された隣接エッジの他方（パーティングラインに接続されていないほう）の端点である。

[S 7] パーティングライン決定部 10 b b は、全ての隣接エッジのパーティングラインに接する側の端点における接線を算出する。
20

[S 8] パーティングライン決定部 10 b b は、パーティングラインの接線と全ての隣接エッジとの内角を算出する。

[S 9] パーティングライン決定部 10 b b は、内角の比較を行っていない隣接エッジの 1 つを選択する。

25 [S 10] パーティングライン決定部 10 b b は、すでに記憶されている内角の最大値（初期値は「0」）と、ステップ S 9 で選択された隣接

エッジの内角とを比較する。ここで、ステップS 9で選択した隣接エッジの内角が、記憶された最大値以上であればステップS 11に進む。そうでなければステップS 12に進む。

5 [S 11] パーティンングライン決定部10bbは、ステップS 9で選択された隣接エッジの内角を、内角の最大値として記憶する。

[S 12] パーティンングライン決定部10bbは、全ての隣接エッジを比較したか否かを判断する。全ての隣接エッジの比較が終了していればステップS 13に進み、そうでなければステップS 9に進む。

10 [S 13] パーティンングライン決定部10bbは、ステップS 9～S 12の処理により、内角が最大となった隣接エッジをパーティンングラインとして記憶する。

[S 14] パーティンングライン決定部10bbは、次のパーティンングラインを算出するために、ステップS 13で確定したパーティンングラインに隣接するエッジを算出する。

15 [S 15] パーティンングライン決定部10bbは、隣接するエッジにステップS 3で記憶した最初のパーティンングラインであるエッジが存在しているかどうかを判断する。パーティンングラインは製品の最外周で、かつ1つのループを形成するものである。よって、このステップS 15で最初のパーティンングラインであるエッジが存在すると、全てのパーティン
20 グラインは確定した（ループが完成した）として、パーティンングライン決定の処理を終わらせる。隣接エッジとして最初のパーティンングラインが存在していないのであれば、全てのパーティンングラインは確定していないためステップS 6に進み、さらに次のパーティンングラインの決定処理を続行する。

25 以上のような処理を行うことにより、金型を作成するためのパーティンングラインを自動的に求め出すことができる。これにより、型の設計作

業の効率化が実現でき、ミスの低減も図ることができる。

以下、上記のCADシステムを用いた本発明の応用例について説明する。

- まず、第1の応用例について説明する。第1の応用例は、最初のパーティングラインを金型設計部10bが自動的に選択するものである。この例では、製品の中心点から各エッジの中点までの距離を求め、その距離が最も離れているエッジを起点とする。パーティングラインは製品の最外周となるため、製品中心から一番離れている中点を持つエッジをパーティングラインとすることができる。
- 図12は、最初のパーティングラインの決定方法を示す図である。まず、製品形状の重心を求める。重心の位置を製品の中心P3と定める。そして、各エッジの中点P4を求め、中心P3からの距離dを計算する。そして、距離dが最大となったエッジを、最初のパーティングラインとする。このような処理を行う際のパーティングライン決定部10bbの処理内容を以下に示す。

- 図13は、最初のパーティングラインを算出する処理のフローチャートである。この処理は、全てパーティングライン決定部10bbが行う処理である。なお、この例では、最大距離となる製品エッジが複数存在した場合には、最初のパーティングラインとすべきエッジをユーザに指定させるようにしている。

- [S21] 製品の中心点を算出する。
- [S22] 製品のエッジを1つ選択する。
- [S23] 選択したエッジの中点を算出する。
- [S24] 製品中心点から選択したエッジの中点までの距離を算出する。
- [S25] 算出した距離が、記憶されている距離の最大値（初期値は「0」）以上であるか否かを判断する。最大値以上であればステップS

26に進み、最大値未満であればステップS27に進む。

[S26] ステップS24で求められた距離を、距離の最大値として記憶する。

[S27] 全てのエッジを比較したか否かを判断する。全てのエッジの比較が終了していればステップS28に進み、そうでなければステップS22に進む。

[S28] 最大距離であるエッジが複数あるか否かを判断する。複数ある場合にはステップS30に進み、そうでない場合にはステップS29に進む。

[S29] 距離が最大となるエッジを最初のパーティングラインとして選択する。

[S30] 距離が最大となるエッジをユーザに示し、最初のパーティングラインとすべきエッジの指定を受け付ける。このとき、距離が最大となるエッジ以外をユーザが指定してもよい。

[S31] ユーザによって選択されたエッジを、最初のパーティングラインとして選択する。

以上のような処理を行うことにより、最初のパーティングラインを自動的に決定することができる。その結果、ユーザが指示すべき内容が削減され、ユーザにかかる負担が軽減されるとともに、ミスの低減を図ることができる。

次に、第2の応用例について説明する。第2の応用例は、パーティングラインに隣接するエッジが複数有り、それらが交差していた場合のパーティングラインの決定方法を定めたものである。

図14は、隣接エッジに交点がある場合の状況を示す図である。パーティングライン71の端点P5において、2つの隣接エッジ72、73が存在している。この例では、パーティングラインとすべきエッジの検

索を、製品形状の最外周を時計回りに行っているものとする。つまり、
図中の上側に製品が存在している。すると、端点P 5においては、隣接
エッジ7 3の方が隣接エッジ7 2よりも内角が大きい。ところが、隣接
エッジ7 3は、製品の内側に向かって弧を描き、交点P 6において隣接
5 エッジ7 2と交差している。この場合、各隣接エッジ7 2, 7 3の他方
の端点（パーティングラインと接している端点の逆側の端点）の位置を
比較した場合、内角が最大の隣接エッジ7 3と交差する別の隣接エッジ
7 2の方が最外周となるはずである。パーティングラインとして決定し
た隣接エッジの他方の端点からさらに次のパーティングラインを決定す
10 る必要があるため、他方の端点が最外周となる隣接エッジ7 2の方が、
パーティングラインとして好ましい。

また、交点が2つ以上存在する場合もある。

図1 5は、複数の交点がある場合の状況を示す図である。この例では、
図1 4と同様にパーティングラインとすべきエッジの検索を、製品形状
15 の最外周を時計回りに行っているものとする。この図では、パーティン
グライン7 4の端点P 7には2つの隣接エッジ7 5, 7 6が存在しており、
それらの隣接エッジ7 5, 7 6は複数の交点P 8, P 9において交
差している。この場合、原則としては、交点の数が偶数であれば、内角
が最大となる隣接エッジをパーティングラインとし、交点の数が奇数で
20 あれば、内角が最大となる隣接エッジに交差する別の隣接エッジをパー
ティングラインとする。ただし、交点が多数に及ぶ場合には、パーティ
ングラインを自動で決定するのは困難である。

図1 6は、多数の交点がある場合の3次元形状を示す図である。この
図では、パーティングライン7 4 aに2つの隣接エッジ7 5 a, 7 6 a
25 があり、一方の隣接エッジ7 5 aは直線、他方の隣接エッジ7 6 aは波
形の曲線である。なお、隣接エッジ7 6 aはZ軸に垂直な平面上にある

ものとする。また、隣接エッジ 7 5 a を Z 軸に垂直な平面に投影した場合の投影エッジ 7 5 a a を、図中に点線で示している。

ここで、直線の隣接エッジ 7 5 a をパーティングラインとして決定すれば、エッジの中央付近の領域 8 2 において、アンダーカットとなってしまう。また、波形の隣接エッジ 7 6 a をパーティングラインとして決定すれば、エッジの両端付近の領域 8 1, 8 3 においてアンダーカットが発生してしまう。

このように、隣接エッジが複数回交差する場合には、どちらのエッジをパーティングラインとしてもアンダーカットとなり、自動で判断させることは難しい。そこで、第 2 の応用例では、隣接エッジが複数回交差する場合には、ユーザにパーティングラインを指定させることとする。

また、複数回交差する隣接エッジの他方の端点の位置を比較した場合に、どちらが最外周になるか、交点の数から予想することができる。そこで、隣接エッジの他方の端点の位置が最外周となると予想される隣接エッジを、ユーザが選択する際の優先候補として提示することで、ユーザが容易に選択できるようにする。

図 1 7 は、交点が複数存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図 1 1 のステップ S 1 3 に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部 1 0 b b が行う。

[S 4 1] 内角が最大の隣接エッジとその他の隣接エッジに交点が存在するか否かを判断する。交点が存在した場合にはステップ S 4 2 に進み、交点が存在しない場合にはステップ S 4 9 に進む。

[S 4 2] 内角が最大のエッジと 1 つの隣接エッジとの交点が 2 つ以上存在するか否かを判断する。2 つ以上の交点が存在すればステップ S 4 4 に進み、交点が 1 つだけであればステップ S 4 3 に進む。

[S 4 3] 交点が1つの場合、内角が最大のエッジと交差する隣接エッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14へ進む。

[S 4 4] 交点の数が偶数か否かを判断する。偶数であればステップS46に進み、奇数であればステップS45に進む。

5 [S 4 5] 交点があったエッジを優先候補として設定し、ステップS47に進む。

[S 4 6] 内角が最大のエッジを優先候補として設定する。

[S 4 7] ユーザに対して、内角が最大のエッジとそのエッジに交差するエッジとを提示するとともに、どちらが優先候補であるかを示し、ユーザによるパーティングラインの指定を受け付ける。

10 [S 4 8] ユーザにより指定されたエッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14へ進む。

[S 4 9] 内角が最大のエッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14に進む。

15 このような処理により、パーティングライン自動算出精度が向上する。すなわち、交点の数に応じてパーティングラインとすべきエッジを変更することができる。その結果、パーティングラインの自動算出精度を増すことができ、型設計者がパーティングラインを修正する個所を減らすことができる。これにより、型設計作業時間の効率化を図ることができる。

20 次に、第3の応用例について説明する。これは、パーティングラインの端点に隣接するエッジの中で内角が最大となるエッジが複数存在した場合、どのエッジがパーティングラインとすべきかを検出するための処理を追加したものである。

25 図18は、隣接エッジの内角が等しくなった場合の状況を説明する図である。この図では、パーティングライン91に2つの隣接エッジ92、

9 3 があり、一方の隣接エッジ 9 2 は Z 軸に垂直な平面に対して一定の傾きを持った曲線であり、他方の隣接エッジ 9 3 は Z 軸に垂直な平面上の曲線である。この 2 つの隣接エッジ 9 2, 9 3 は、パーティングライン 9 1 に対して同じ内角で接している。このような場合、隣接エッジ 9 2, 9 3 だけを比較してもどちらをパーティングラインとすべきかの判断は困難である。そこで、第 3 の応用例では、隣接エッジ 9 2, 9 3 の他方の端点に隣接するエッジ 9 4, 9 5 を比較する。そして、それらのエッジ 9 4, 9 5 の接線とパーティングラインの接線との内角を算出し比較し、その時の内角が最大となる隣接エッジ 9 2, 9 3 をパーティングラインとする。

図 1 8 の例では、隣接エッジ 9 2 の次のエッジ 9 4 を Z 軸に垂直な平面に投影した場合の投影エッジ 9 4 a を点線で示している。この投影エッジ 9 4 a とエッジ 9 5 とを比べると、エッジ 9 5 の接線の方がパーティングライン 9 1 の接線との間の内角が大きいことが分かる。従って、隣接エッジ 9 3 がパーティングラインとして決定される。

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図 1 9 は、内角が最大となる隣接エッジが複数存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図 1 1 のステップ S 1 3 に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部 1 0 b b が行う。

〔S 5 1〕内角が最大となる隣接エッジが複数存在するかどうかを判断する。複数存在した場合にはステップ S 5 2 に進み、そうでない場合はステップ S 6 0 に進む。

〔S 5 2〕内角が最大となる隣接エッジが複数存在する場合、そのエッジのもう一方の端点に隣接するエッジを検出する。

〔S 5 3〕ステップ S 5 2 で検出されたエッジの接線を算出する。

[S 5 4] ステップ S 5 2 で検出されたエッジの接線とパーティングラインの接線との内角の角度を算出する。

[S 5 5] ステップ S 5 2 で検出されたエッジを 1 つ選択する。

- 5 [S 5 6] ステップ S 5 5 で選択したエッジに関してステップ S 5 4 で算出された内角が、すでに記憶されている値（初期値は「0」）以上か否かを判断する。記憶されている値以上の内角であればステップ S 5 7 に進み、そうでなければステップ S 5 8 に進む。

[S 5 7] ステップ S 5 5 で選択したエッジを、そのエッジの内角の値とともに記憶する。

- 10 [S 5 8] ステップ S 5 2 で検出された全てのエッジに関して、内角の比較処理を行ったか否かを判断する。全てのエッジに関して比較が終了していればステップ S 5 9 に進み、そうでなければステップ S 5 5 に進む。

- 15 [S 5 9] 内角が最大のエッジとその前の隣接エッジとを、パーティングラインとして決定し、図 1 1 のステップ S 1 4 の処理へ進む。

[S 6 0] 内角が最大となる隣接エッジが 1 つだけである場合には、内角が最大となる隣接エッジをパーティングラインとして決定し、図 1 1 のステップ S 1 4 の処理へ進む。

- 20 このような処理により、パーティングラインの自動算出精度をさらに向上させることができる。

次に、第 4 の応用例について説明する。第 4 の応用例は、内角が最大なる隣接エッジが複数存在し、その隣接エッジの次のエッジの内角を比較した場合においても最大の内角となるエッジが複数存在したときの処理を定めたものである。このような場合、第 4 の応用例では隣接エッジ
25 の長さを比較し、長さが長い方の隣接エッジをパーティングラインとして決定する。

図 20 は、隣接エッジの長さの比較状況を示す図である。図において、パーティングライン 101 の端点における隣接エッジ 102, 103 を Z 軸に垂直な平面に投影した場合、それらは重なり合っている。すなわち、2つの隣接エッジ 102, 103 の接線は、パーティングライン 101 の接線との間の内角が同じである。しかも、隣接エッジ 102, 103 のそれぞれに関する次のエッジ 104, 105 は、隣接エッジ 102, 103 に対して同じ角度で接している。この場合、2つの隣接エッジ 102, 103 の長さを比較し、長い方をパーティングラインとする。図の例では、隣接エッジ 103 とその次のエッジ 105 がパーティングラインとなる。

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図 21 は、隣接エッジの長さを比較する場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図 19 のステップ S 59 に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部 10bb が行う。

[S 71] 図 19 のステップ S 56 での比較の結果、隣接エッジの次のエッジに関して内角が最大となるエッジが複数存在するかどうかを判断する。複数存在したらステップ S 72 に進み、そうでなければステップ S 81 に進む。

[S 72] 内角が最大となっている隣接エッジの長さを算出する。

[S 73] 内角が最大となっている隣接エッジを 1 つ選択する。

[S 74] ステップ S 73 で選択した隣接エッジの長さが、すでに記憶されている長さ（初期値は「0」）以上であるか否かを判断する。記憶されている長さ以上であればステップ S 75 に進み、そうでなければステップ S 76 に進む。

[S 75] ステップ S 73 で選択した隣接エッジの長さを、最大の長さ

として記憶する。

〔S 7 6〕内角が最大となっている全ての隣接エッジについて長さを比較したか否かを判断する。全ての隣接エッジについて比較が終了していればステップS 7 7に進み、そうでなければステップS 7 3に進む。

- 5 〔S 7 7〕長さが最大となった隣接エッジが複数存在するか否かを判断する。複数存在すればステップS 7 9に進み、そうでなければステップS 7 8に進む。

〔S 7 8〕長さが最大の隣接エッジをパーティングラインとして記憶し、長さ比較処理を終了する。

- 10 〔S 7 9〕ユーザによるパーティングラインとすべきエッジの指定を受け付ける。

〔S 8 0〕指定されたエッジをパーティングラインとして記憶し、長さ比較処理を終了する。

- 15 〔S 8 1〕図19のステップS 5 6での比較の結果、内角が最大となるエッジが1つだけであれば、内角が最大のエッジと、その前の隣接エッジとをパーティングラインとして記憶し、長さ比較処理を終了する。

以上の処理では、長さが最大となるエッジが複数残った場合、パーティングラインをユーザに指定させている。これは、このような状況の場合、パーティングラインを自動決定する精度が下がるためである。

- 20 図22は、ユーザ指定が必要なパーティングラインの例を示す図である。図22の製品形状110の側面は、全て金型開き方向（Z軸方向）に平行となっている。このような製品形状110のパーティングラインを算出した場合、パーティングライン111とパーティングライン112との2通りの解が求められる。アンダーカットを発生させないことのみを考えれば、どちらをパーティングラインとしてもよい。ただし、最適
25 なパーティングラインを決定するには、製品を成形した際のバリの発

生箇所など様々な要因を考慮する必要がある。そこで、2つのパーティ
ングライン111, 112が求められた場合には、そのどちらが正しい
かをユーザに判断させた方が的確な判断ができる。そのため、上記の例
では、ステップS79においてユーザによる指定を受け付けているので
5 ある。

次に、第5の応用例について説明する。第5の応用例は、隣接エッジ
として金型開き方向に平行なエッジが存在した場合の取り扱いを定めた
ものである。隣接エッジの中に、型開き方向に平行なエッジが存在した
場合、平面に投影した図形において内角の角度を求めることができない。
10 そのため、第5の応用例では、金型開き方向に平行な隣接エッジのもう
一方の端点に隣接する次のエッジを、他の隣接エッジと同様に内角の比
較による判断処理をすることにより、パーティングラインを算出する。

図23は、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在する場合の例を示
す図である。この例では、パーティングライン121に対して2つの隣
15 接エッジ122, 123が存在している。このうち、隣接エッジ122
は、Z軸に平行なエッジである。従って、Z軸に垂直な2次元平面に投
影した場合、隣接エッジ122は単なる点となってしまう、パーティン
グライン121との間の内角を求めることはできない。

このような場合には、隣接エッジ122のもう一方の端点に隣接する
20 次のエッジ124を検出し、このエッジ124とパーティングライン1
21との間の内角を求める。エッジ124を2次元平面に投影した際の
投影エッジ124aは、隣接エッジ123よりも外側にある。すなわち、
エッジ124の方が隣接エッジ123よりも内角が大きい。この場合に
は、隣接エッジ122とその次のエッジ124とをパーティングライン
25 とする。

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図24は、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図11のステップS13に代えて行われる処理である。また、この処理は、全てパーティングライン決定部10bbが行う。

- 5 [S91] 隣接エッジの中で、金型開き方向に平行なエッジ（以下、「平行エッジ」という）が存在しているかどうかを判断する。平行エッジが存在した場合にはステップS92に進み、存在しなかった場合にはステップS99に進む。

[S92] 平行エッジのもう一方の端点に隣接するエッジを検出する。

- 10 [S93] ステップS92で検出された全てのエッジとパーティングラインとの内角を算出する。

[S94] ステップS92で検出されたエッジを1つ選択する。

- [S95] 選択されたエッジとパーティングラインとの内角が、図11のステップS11で記憶された内角の値以上か否かを判断する。記憶された内角の値以上であればステップS96に進み、そうでなければステップS97に進む。
- 15

[S96] ステップS94で選択されたエッジとパーティングラインとの間の内角を、内角の最大値として記憶する。

- [S97] ステップS92で検出したエッジの全てに関して、内角の比較を行ったか否かを判断する。全てのエッジの比較が終了していればステップS98に進み、そうでなければステップS94に進む。
- 20

[S98] 内角が最大となったのが平行エッジの次のエッジか否かを判断する。平行エッジの次のエッジの内角が最大であればステップS100に進み、そうでなければステップS99に進む。

- 25 [S99] 内角が最大となる隣接エッジをパーティングラインとして記憶し、図11のステップS14の処理に進む。

[S 1 0 0] 内角が最大となるエッジと、その前の平行エッジとをパーティングラインとして記憶し、図 1 1 のステップ S 1 4 の処理に進む。

このようにして、金型開き方向に平行な隣接エッジが存在しても、適切なパーティングラインを定めることができる。

- 5 次に、第 6 の応用例について説明する。第 6 の応用例は、パーティングラインの自動算出に失敗した場合の処理を定めたものである。すなわち、前述のような処理を用いても、パーティングライン自動算出の処理が失敗する場合がある。これを早い段階で回避するために、自動決定を中断する処理が必要である。自動算出のエラーチェックのひとつに、隣
- 10 接エッジの中に最初のパーティングライン以外のパーティングラインが存在するかどうかを検出する方法がある。

- 図 2 5 は、最初のパーティング以外のパーティングラインに接続した場合の例を示す図である。この図では、最初のパーティングライン 1 3 1 からパーティングライン 1 3 2 ~ 1 3 8 の順で、各パーティングラインが確定した場合を想定している。ここで、パーティングライン 1 3 8
- 15 に接するエッジから選ばれたパーティングライン 1 3 9 が最初のパーティングライン 1 3 1 以外のパーティングライン 1 3 2, 1 3 3 に接している。このような場合は、パーティングラインが製品形状の最外周で 1 つのループを形成するという条件が成り立たなくなる。そのため、確定
- 20 したパーティングラインを修正する必要がある。

このような処理を行うための手順を以下に示す。

- 図 2 6 は、隣接エッジに中間のパーティングラインが存在した場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図 1 1 のステップ S 1 3 の代わりに行われる処理である。なお、以下の処理は全てパーティングライン決定部 1 0 b b によって行われる。
- 25

[S 1 0 1] 内角が最大のエッジの隣接エッジを検出する。

[S 1 0 2] ステップ S 1 0 1 で検出したエッジの中に最初のパーティ
ングライン以外のパーティングラインが存在するかどうかを判断する。
そのようなパーティングラインが存在しれいればステップ S 1 0 3 に進
み、そのようなパーティングラインが存在しなければステップ S 1 0 4
5 に進む。

[S 1 0 3] ユーザの指定を受け付け、決定しているパーティングライ
ンを修正し、図 1 1 のステップ S 1 4 以降の処理を実行する。

[S 1 0 4] 内角が最大の隣接エッジをパーティングラインとして記憶
し、図 1 1 のステップ S 1 4 以降の処理を実行する。

10 これにより、パーティングラインの自動算出が失敗した場合におい
ても、早い段階での失敗検出が可能となり、型設計作業の効率化を図るこ
とができる。

次に、第 7 の応用例について説明する。第 7 の応用例は、パーティ
ングラインの自動算出に失敗する別の場合の処理を定めたものである。パ
15 ーティングラインの自動算出に失敗する場合には、第 6 の応用例で説明
した場合のほかに、パーティングラインとパーティングラインと交差し
てしまう場合がある。

図 2 7 は、パーティングラインが交差した場合の例を示す図である。
この図では、最初のパーティングライン 1 4 1 からパーティングライン
20 1 4 2 ~ 1 4 4 の順で、各パーティングラインが確定した場合を想定し
ている。ここで、パーティングライン 1 4 4 に接するエッジから選ばれ
たパーティングライン 1 4 5 が以前に確定している他のパーティングラ
イン 1 4 2 と交差している。このような場合、パーティングラインが製
品形状の最外周で 1 つのループを形成するという条件が成り立たなくな
25 る。そのため、確定したパーティングラインを修正する必要がある。

このような処理を行うための手順を以下に示す。

図 28 は、パーティングラインが交差する場合の処理手順を示すフローチャートである。この処理は、図 11 のステップ S 13 に代えて行われる処理である。なお、以下の処理は全てパーティングライン決定部 10bb によって行われる。

- 5 [S 111] 内角が最大のエッジとすでに確定しているパーティングラインとの間に交点があるが否かを判断する。交点があれば、パーティングラインが交差していることになる。そこで、交点がある場合にはステップ S 112 に進み、交点がない場合にはステップ S 113 に進む。

- 10 [S 112] 交差しているパーティングラインが存在した場合、ユーザ指定によりパーティングラインを修正し、図 11 のステップ S 14 以降の処理を実行する。

[S 113] 交点が無ければ、内角が最大のエッジをパーティングラインとして記憶し、図 11 のステップ S 14 以降の処理を実行する。

- 15 これにより、パーティングラインの自動算出が失敗した場合においても、早い段階での失敗検出が可能となり、型設計作業の効率化を図ることができる。

- 次に、第 8 の応用例について説明する。第 8 の応用例は、アンダーカット部が存在する場合の処理を定めたものである。前述のような処理を行うことによりパーティングラインの決定が可能であるが、アンダーカット部ではパーティングラインの判定を誤ってしまう。すなわち、アンダーカット部ではスライドコアを用いる必要があるため、パーティングラインの算出においても、スライドコアに関する情報を加味してパーティングラインを決定しなければならない。

- 25 図 29 は、アンダーカット部がある場合のパーティングラインの判断例を示す図である。この製品形状 150 には、ひさしの部分 151 と、棚状の部分 152 とがある。これらは、Z 軸の方向に金型を開く場合に

は必ずアンダーカットとなってしまう。従って、上記の例に沿ってパーティングラインを求め、図の太線で示したようなパーティングライン 153 を決定しても、棚状の部分 152 においてアンダーカットとなる。このようなアンダーカット部を含む場合、スライドコアが設計される。

- 5 図30は、スライドコアを示す図である。製品形状 150 に対応して作成されたスライドコア 160 には、アンダーカットとなる棚状の部分 152 と同じ形状の窪み部 161 が設けられている。そして、製品を成形した際には、金型が Z 軸方向の上下に開かれると同時に、スライドコア 160 が X 軸方向にスライドされる。このようなスライドコア 160
- 10 を用いることでアンダーカットを避けることができる。

スライドコアは、型設計の初期段階で確定する。従って、パーティングラインを決定する際にスライドコアに関する情報を考慮すれば、パーティングライン自動算出処理の精度が向上する。

- 図31は、スライドコアを考慮した場合のパーティングラインを示す
- 15 図である。図に示したように、スライドコア 160 の形状を考慮に入れた場合、パーティングライン 154 は、スライドコア 160 のエッジを含めた最外周に決定される。

- スライドコアを含めたパーティングラインの決定処理を行う場合、平面投影部 10ba に対して、製品形状の 3 次元データとともに、スライドコアの 3 次元データを渡す。すると、平面投影部 10ba は、製品形状とスライドコアとを合致させた状態の 3 次元データに基づいて、3 次元データを構成する各エッジを 2 次元座標へ投影する。このようにして生成された 2 次元のデータに基づいて、パーティングラインの決定処理が行われる。
- 20

- 25 パーティングライン決定処理の手順を以下に示す。

図32は、スライドコアを考慮した場合の隣接エッジ検出処理の手順

を示すフローチャートである。この処理は、前述の処理手順における隣接エッジ検出処理（図11のステップS5，S14，図19のステップS52、及び図29のステップS92）に代えて行われる処理である。

5 なお、この処理は全てパーティングライン決定部10bbによって行われる。

 [S121] パーティングラインに隣接するエッジを検出する。

 [S122] ステップS121で検出されたエッジの中に、スライドコアのエッジが存在するか否かを判断する。スライドコアのエッジが存在する場合にはステップS123に進み、そうでない場合には処理を終了する。

10

 [S123] ステップS121においてスライドコアのエッジが検出された場合、検出されたエッジのグループにそのスライドコアのエッジを含める。

 この処理が終了したら、前述の各フローチャートにおける隣接エッジ検出処理以降の処理が実行される。

15

 このように、スライドコアのエッジの形状を含めてパーティングラインを決定することで、アンダーカット部を考慮した的確なパーティングラインを算出できる。これにより、製品形状にかかわらず、効率のよい型設計作業を実現できる。

20 ところで、パーティングラインをユーザに選択させる場合は、パーティングラインの候補となるエッジを表示装置の画面上に示し、ユーザの選択を簡単にすることができる。

 図33は、パーティングライン選択要求時の表示画面を示す図である。本発明の設計機能を実現するCADプログラムのウィンドウ170には、製品形状表示画面171とパーティングライン編集用ツールボックス172が設けられている。製品形状表示画面171内には、製品の3次元

25

形状が表示されている。その３次元形状の中で、すでに確定しているパーティングライン１７１ａは、太線で表示され、他のエッジと区別されている。そして、パーティングラインの候補となるエッジ１７１ｂ、１
7 1 c 上には矢印が表示されている。ユーザは矢印が表示されているエ
5 ッジ１７１ｂ、１７１ｃの中からパーティングラインとして適当と思われるエッジを指定すればよい。

このように、３次元で表された製品形状の上に、パーティングラインの候補となるエッジを提示することにより、ユーザによるパーティングラインの指定を迅速に且つ的確に行うことができる。

10 なお、上記の処理内容は、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムに記述しておくことができる。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理がコンピュータで実現される。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、磁気
15 記録装置や半導体メモリ等がある。市場に流通させる場合には、ＣＤ－ＲＯＭ (Compact Disk Read Only Memory) やフロッピーディスク等の可搬型記録媒体にプログラムを格納して流通させたり、ネットワークを介して接続されたコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを通じて他のコンピュータに転送することもできる。コンピュータで実行する際には、コンピュータ内のハードディスク装置等にプログラムを
20 格納しておき、メインメモリにロードして実行する。

以上説明したように本発明の型設計システムでは、３次元図形データで表される製品形状のエッジを金型開き方向に垂直な面に投影し、投影された図形上において、確定したパーティングラインとの間の内角が最大となる隣接エッジを順次パーティングラインとして決定していくよう
25 にしたため、型のパーティングラインを自動的に求め出すことができる。これにより、型の設計作業の効率化が実現でき、ミスの低減も図ること

ができる。

また、本発明の型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体では、記録された型設計プログラムをコンピュータに実行させることにより、コンピュータを用いて型のパーティングラインを自動的に求め出すことが可能となる。

上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成および応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例および均等物は、添付の請求項およびその均等物による本発明の範囲とみなされる。

請 求 の 範 囲

1. 製品を成形するための型の設計を行う型設計システムにおいて、

3次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に
5 垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段と、

すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを
順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形
10 するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段と、

を有することを特徴とする型設計システム。

2. 前記パーティングライン決定手段は、前記平面投影データ内のエッジの中で、エッジの midpoint と製品中心からの距離が最大となるエッジを最初
15 初のパーティングラインと決定することを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

3. 前記パーティングライン決定手段は、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが、その他の前記候補エッジと交差する場合には、交点の数に応じて
20 いていずれかの前記候補エッジをパーティングラインとして決定することを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

4. 前記パーティングライン決定手段は、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが、その他の前記候補エッジと2箇所以上の点で交差する場合には、ユーザへの選択要求を出力し、選択された前記候補エッジをパーティ
25 ングラインとして決定することを特徴とする請求項3記載の型設計シ

ステム。

5. 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが複数存在する場合には、該当する前記候補エッジの他方の端点に接する他端接続エッジの中で、前記確定パーティングラインとの間の内角が最も大きい前記他端接続エッジを検出し、検出された前記他端接続エッジと前記確定パーティングラインとの間の前記候補エッジをパーティングラインとして決定することを特徴とする請求項 1 記載の型設計システム。

6. 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティングラインとの間の内角が最大となる前記他端接続エッジが複数存在するためパーティングラインとすべき前記候補エッジを決定できない場合には、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジの中で最も長い前記候補エッジをパーティングラインとして決定することを特徴とする請求項 5 記載の型設計システム。

7. 前記パーティングライン決定手段は、前記候補エッジの中で、型開き方向に平行な平行エッジが存在した場合、前記平行エッジの他方の端点に接する他端接続エッジと前記確定パーティングラインとの内角の最大値が、前記平行エッジと前記確定パーティングラインとの内角であるものとして取り扱うことを特徴とする請求項 1 記載の型設計システム。

8. 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジの他方の端点にするエッジの中に、最初のパーティングライン以外の前記確定パーティングラインが存在した場合には、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジをパーティングラインとして決定せずに、パーティングラインの修正をユーザに対して促すことを特徴とする請求項 1 記載の型設計システム。

9. 前記パーティングライン決定手段は、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジが、前記確定パーティングラインと交差した場合、前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジをパーティングラインとして決定せず、パーティングラインの修正をユーザに対して促すことを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

10. 前記平面投影手段は、スライドコアの形状が確定している場合には、前記スライドコアのエッジを含む前記平面投影データを生成し、

前記パーティングライン決定手段は、前記スライドコアのエッジも含めてパーティングラインの決定処理を行うことを特徴とする請求項1記載の型設計システム。

11. 製品を成形するための型の設計を行う型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、

3次元図形データで表現された製品形状のエッジを、型の開き方向に垂直な平面に投影した平面投影データを作成する平面投影手段、

すでにパーティングラインとして決定している確定パーティングラインに隣接する候補エッジの中で、前記平面投影データ上での前記確定パーティングラインとの接点における内角が最も大きい前記候補エッジを順次パーティングラインとして決定していくことで、前記製品形状を成形するための型のパーティングラインを決定するパーティングライン決定手段、

としてコンピュータを機能させることを特徴とする型設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

1/41

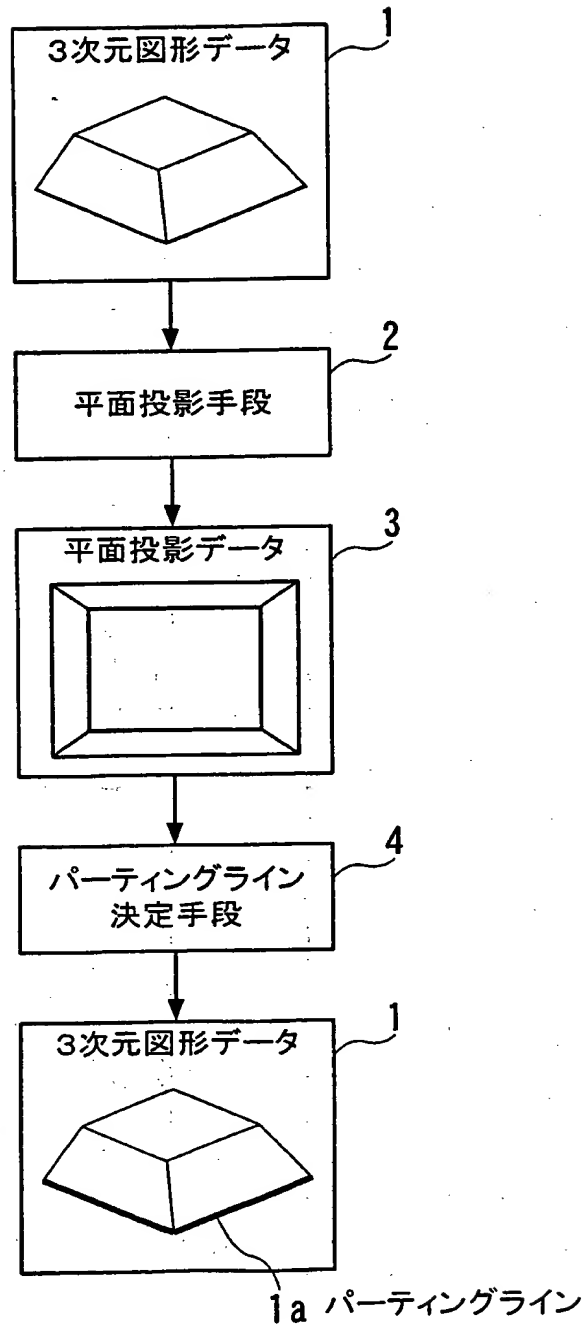


図 1

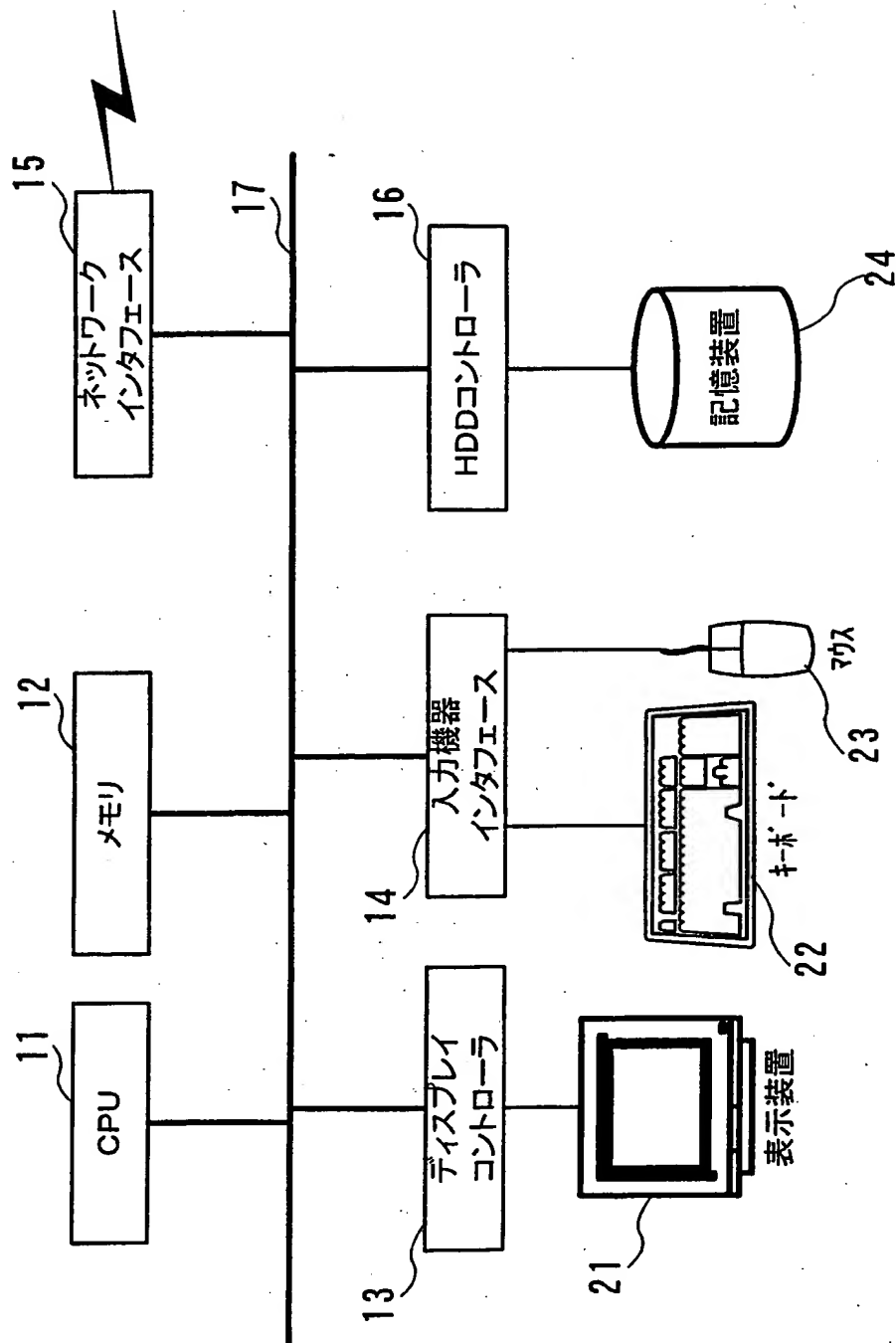


図 2

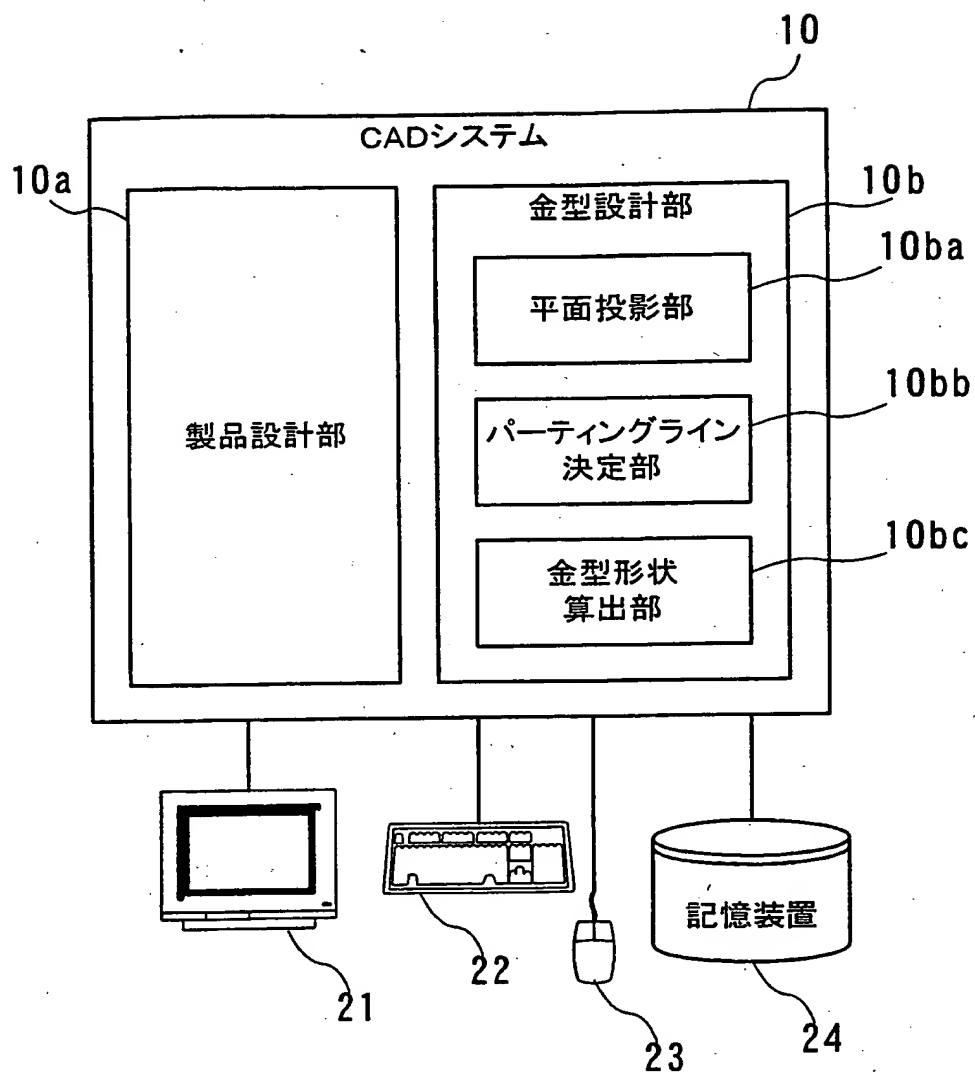


図 3

4/41

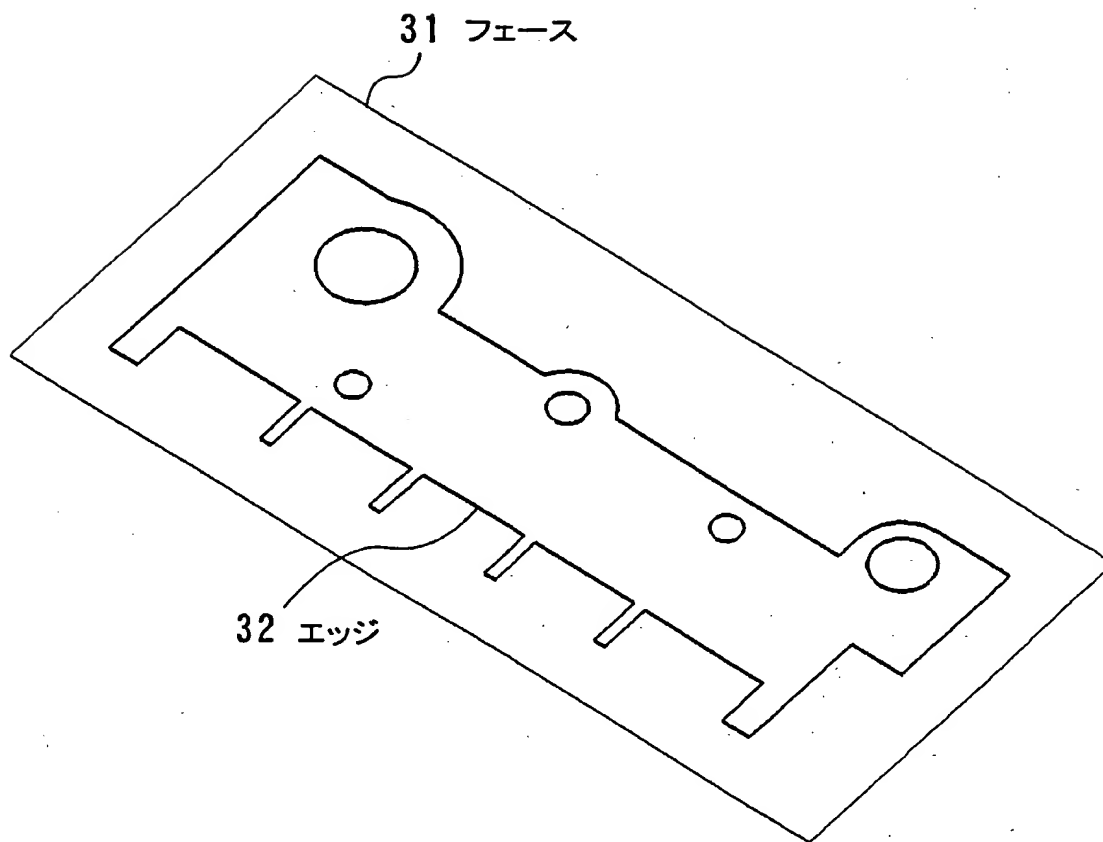


図 4

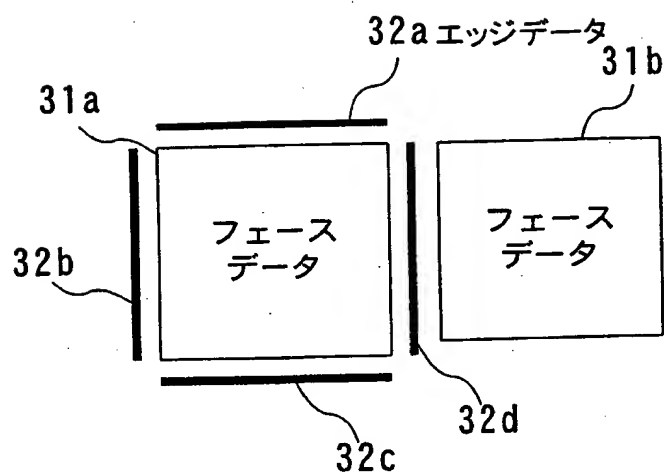


図 5

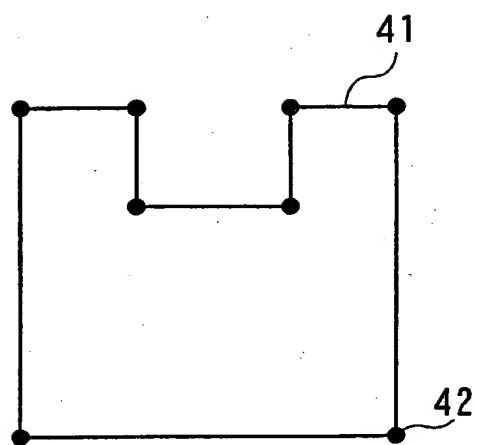


図 6

7/41

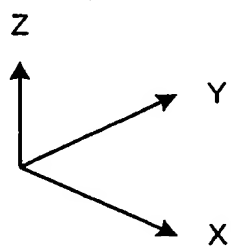
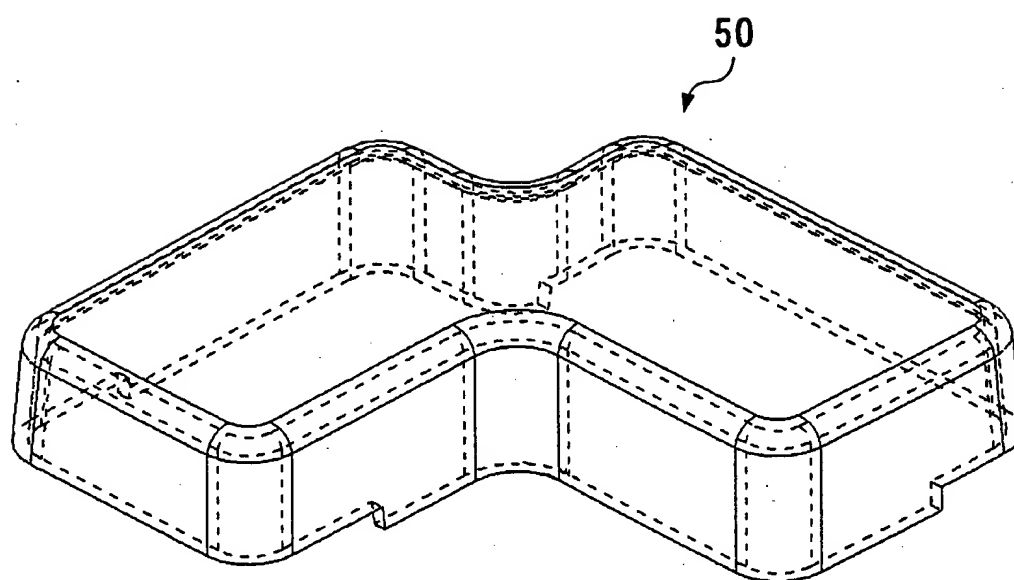


图 7

8/41

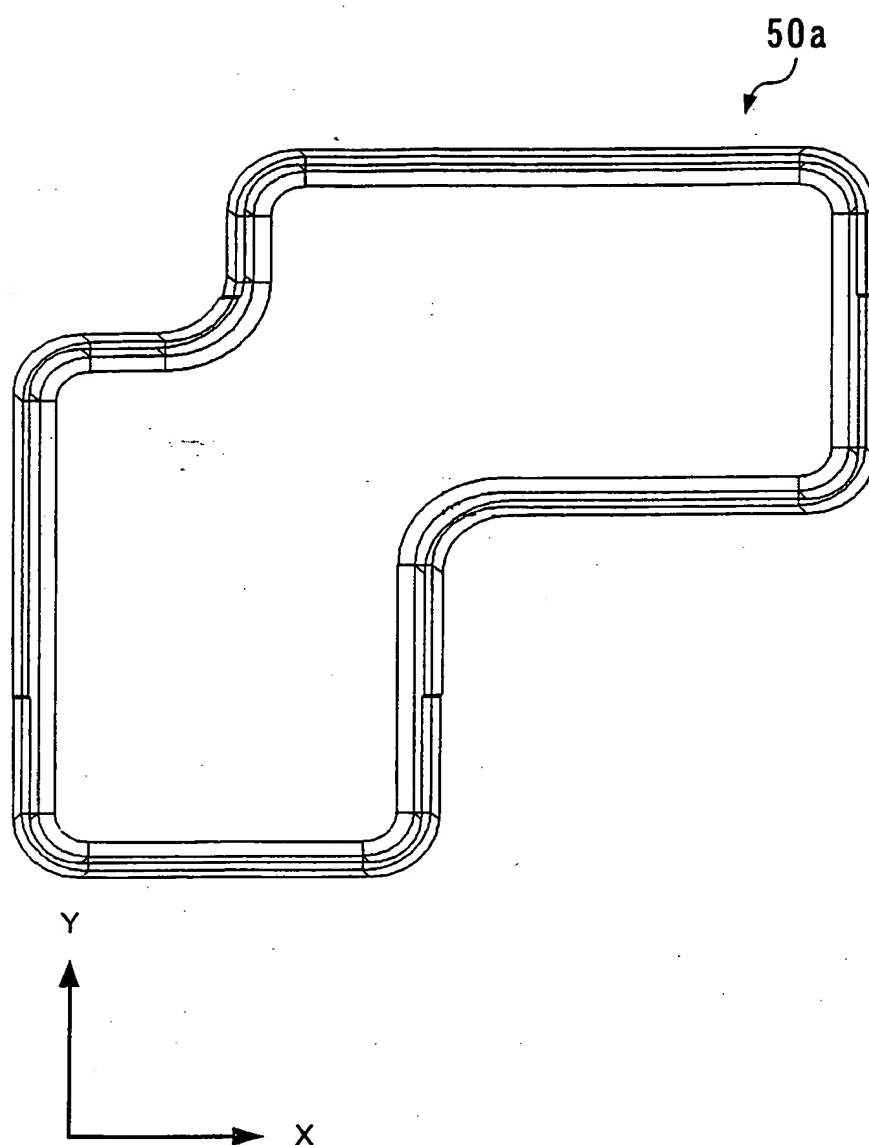


図 8

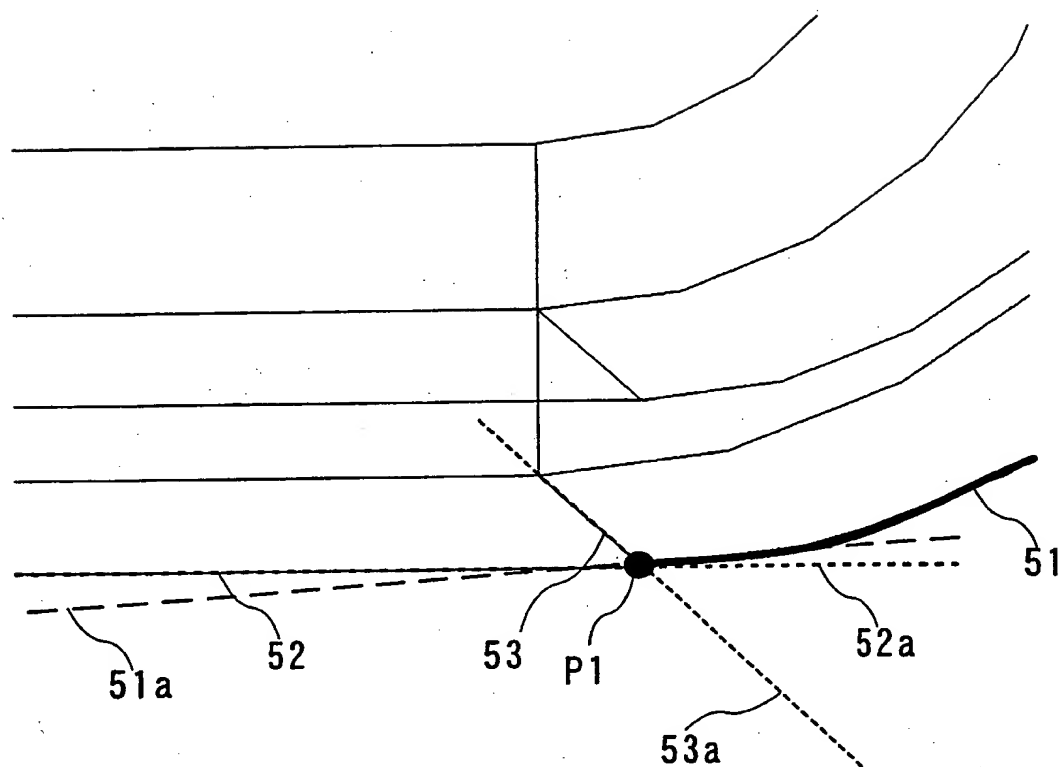


図 9

10/41

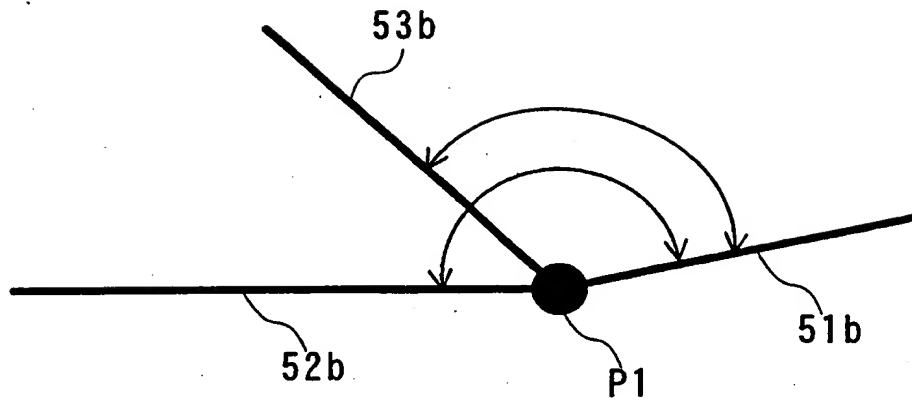


図 10

11/41

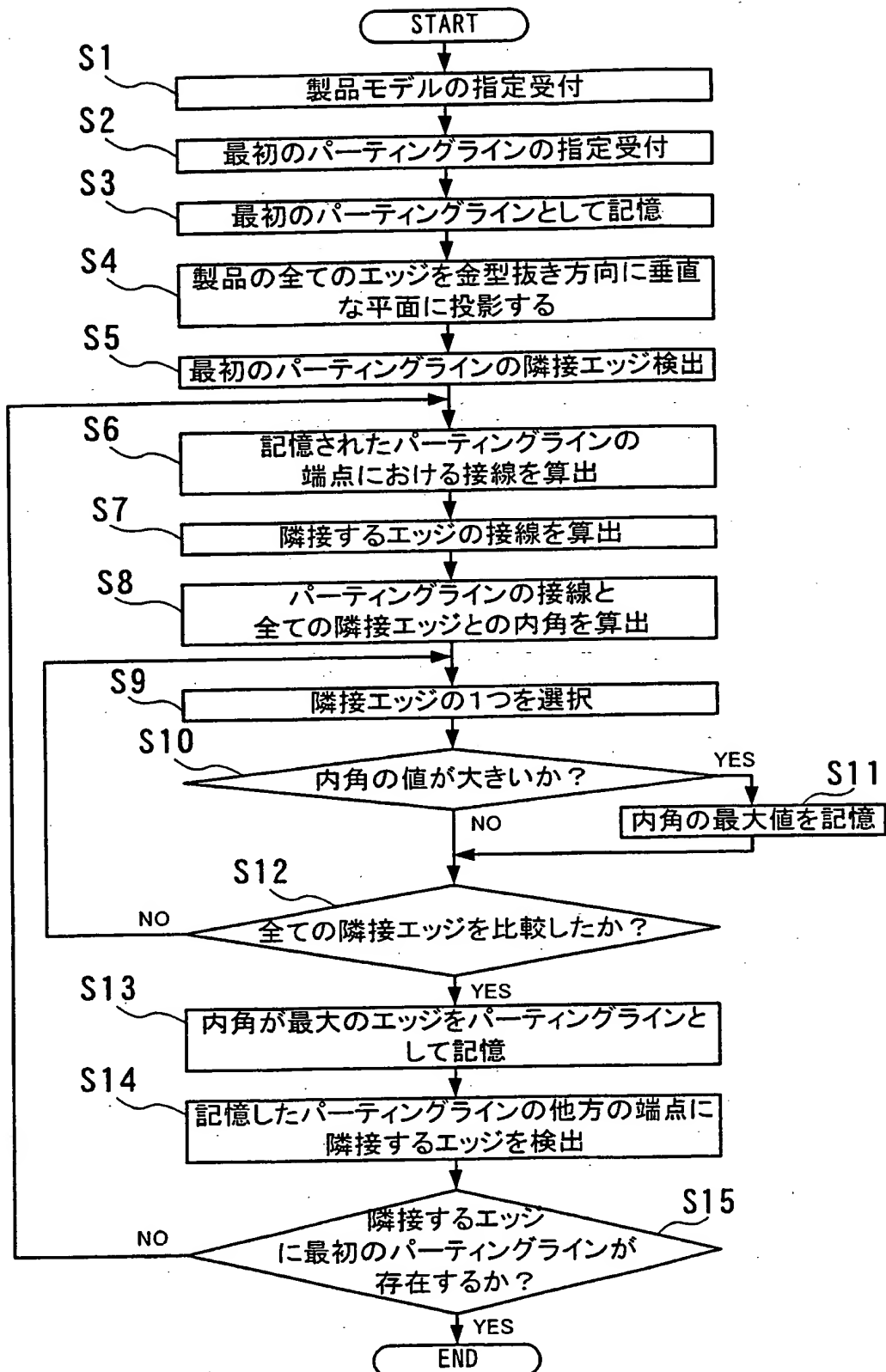


図 1 1

12/41

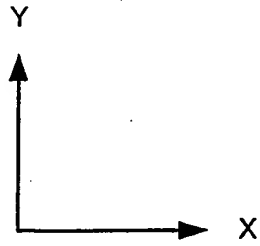
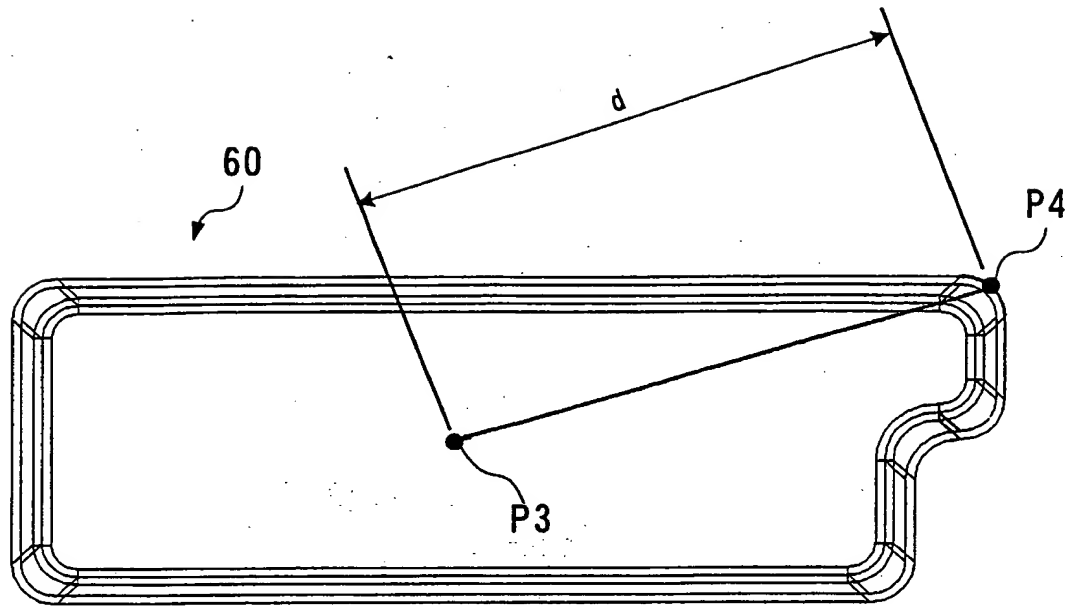


図 1 2

13/41

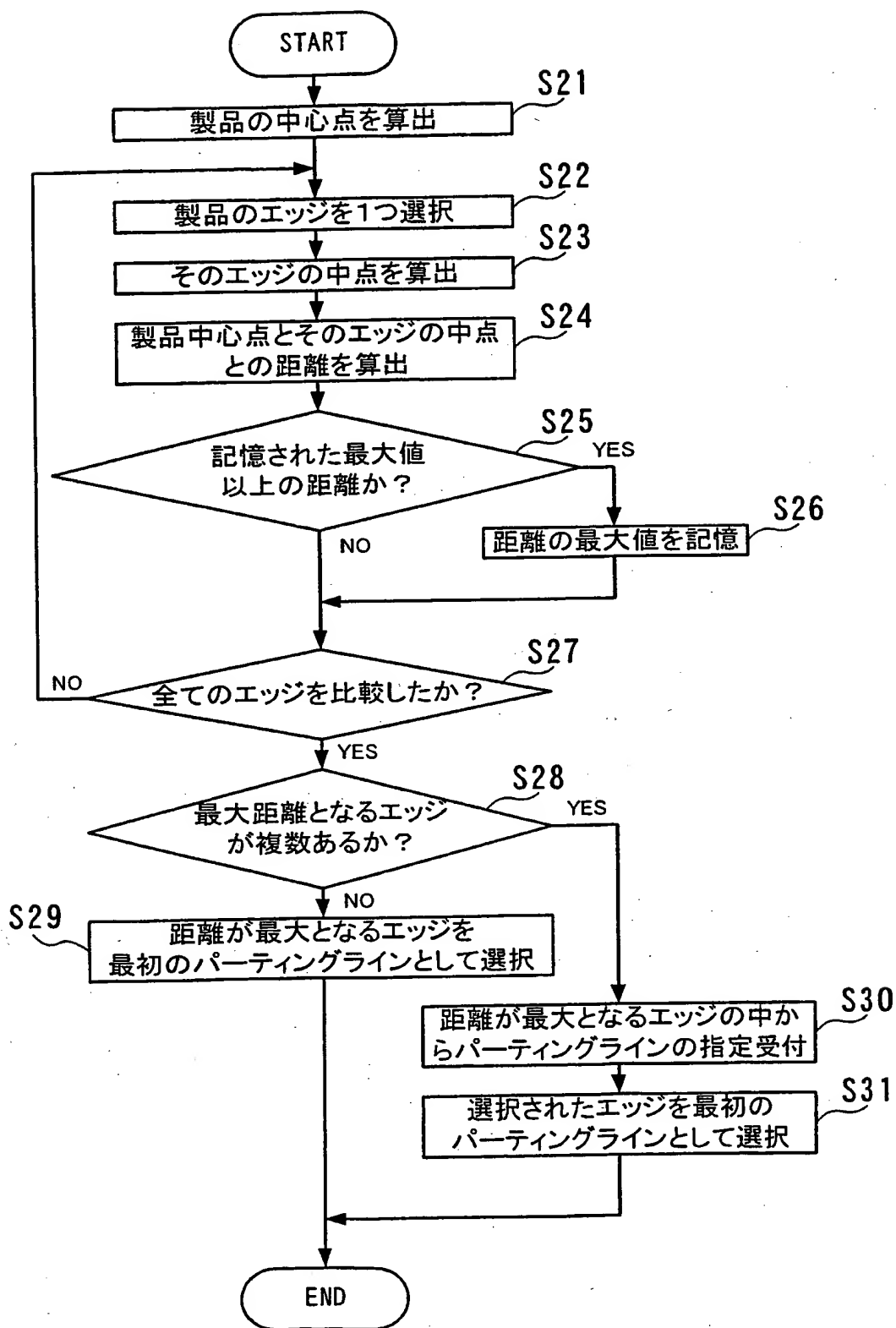


図 1 3

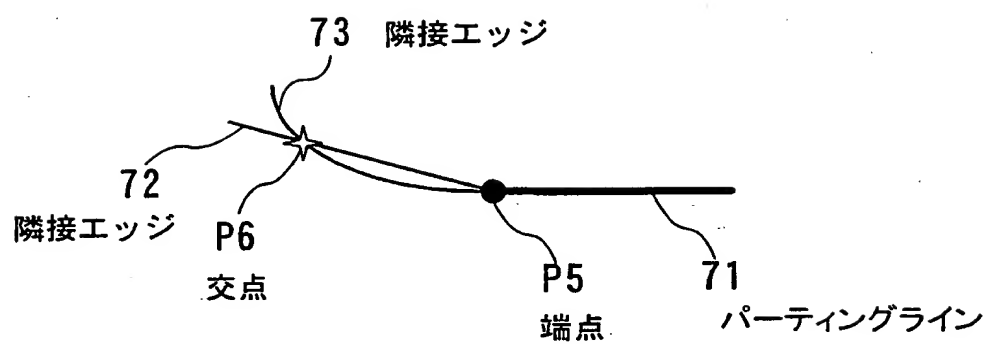


図 1 4

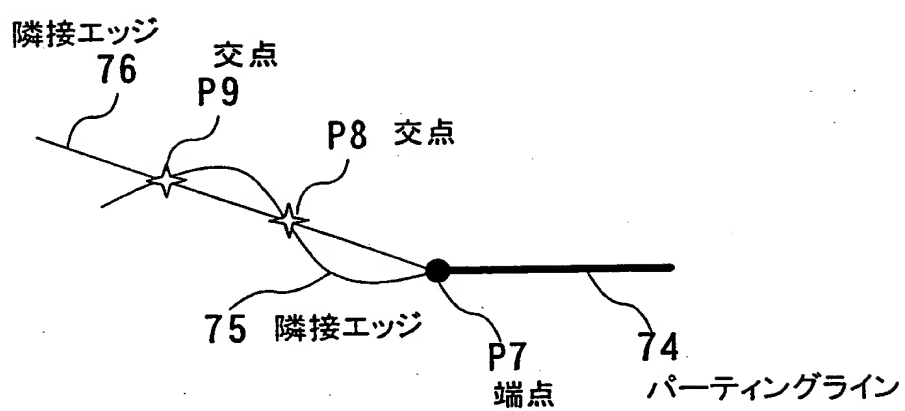


図 1 5

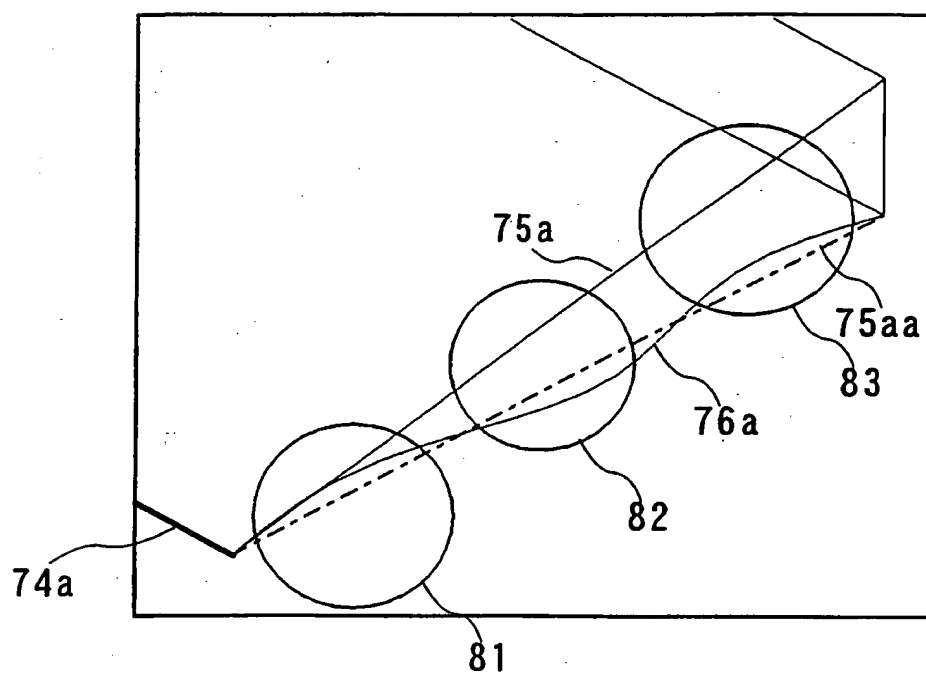


図 1 6

17/41

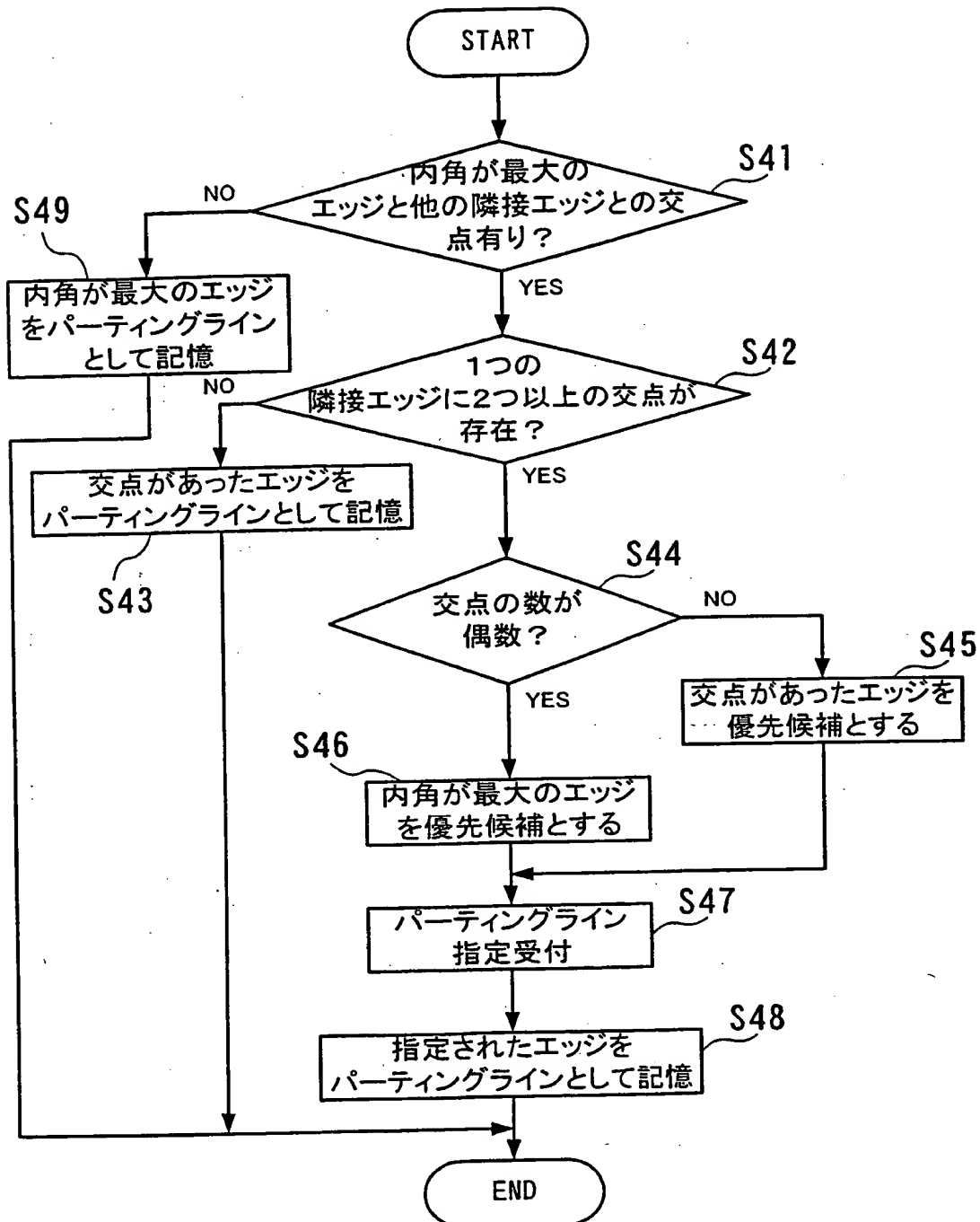


図 17

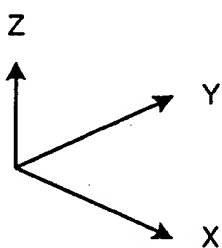
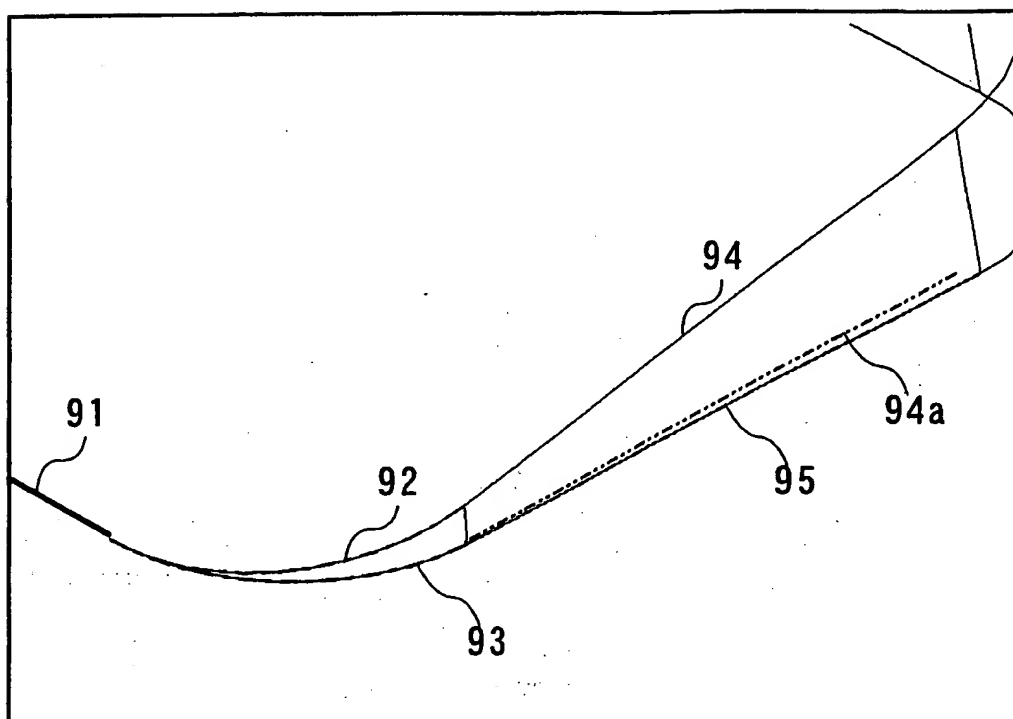


図 18

19/41

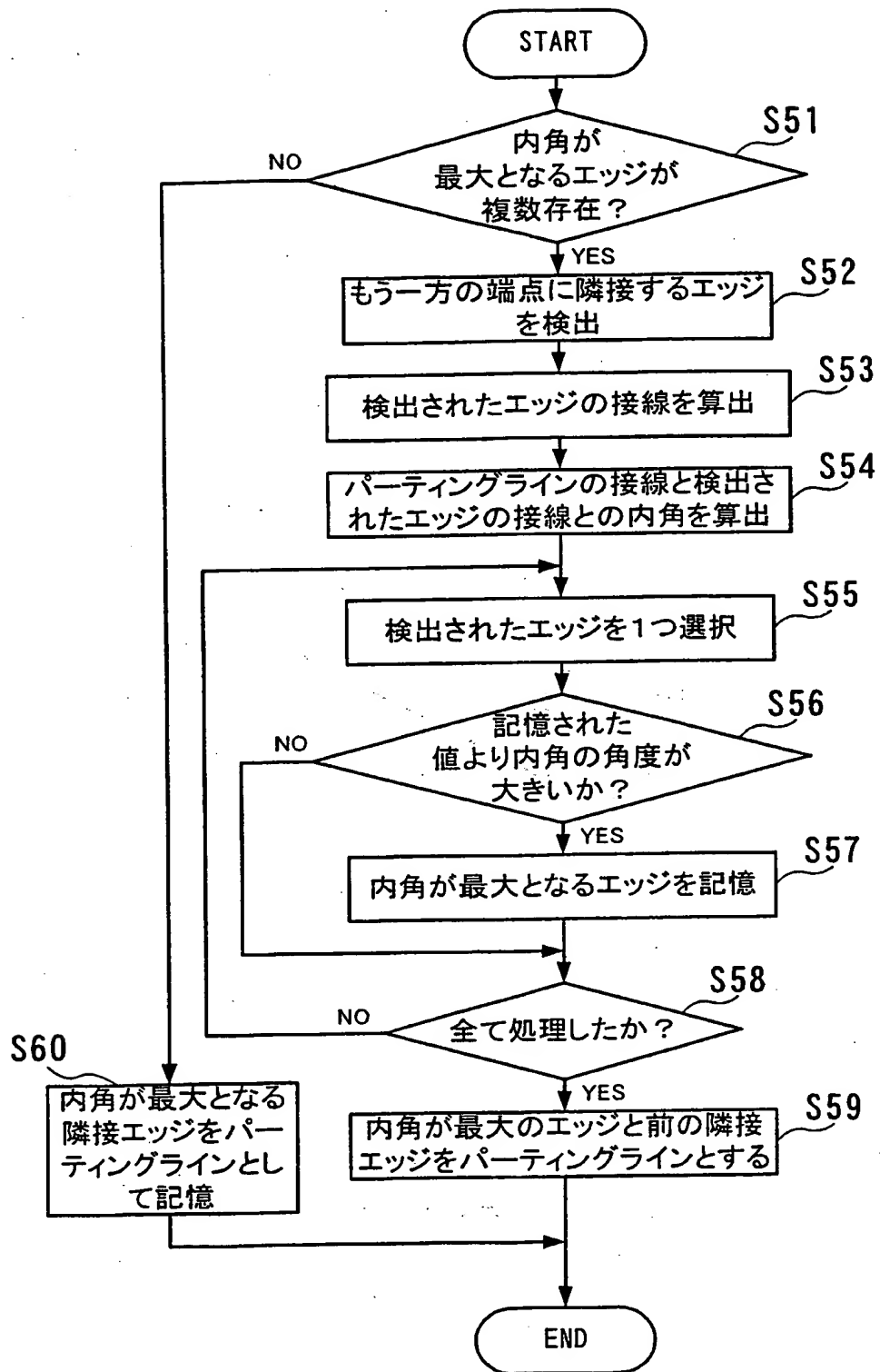


図 1 9

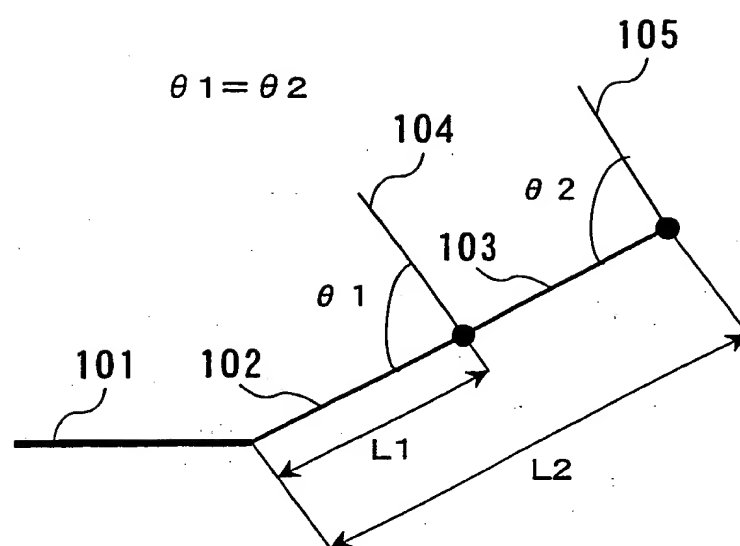


図 20

21/41

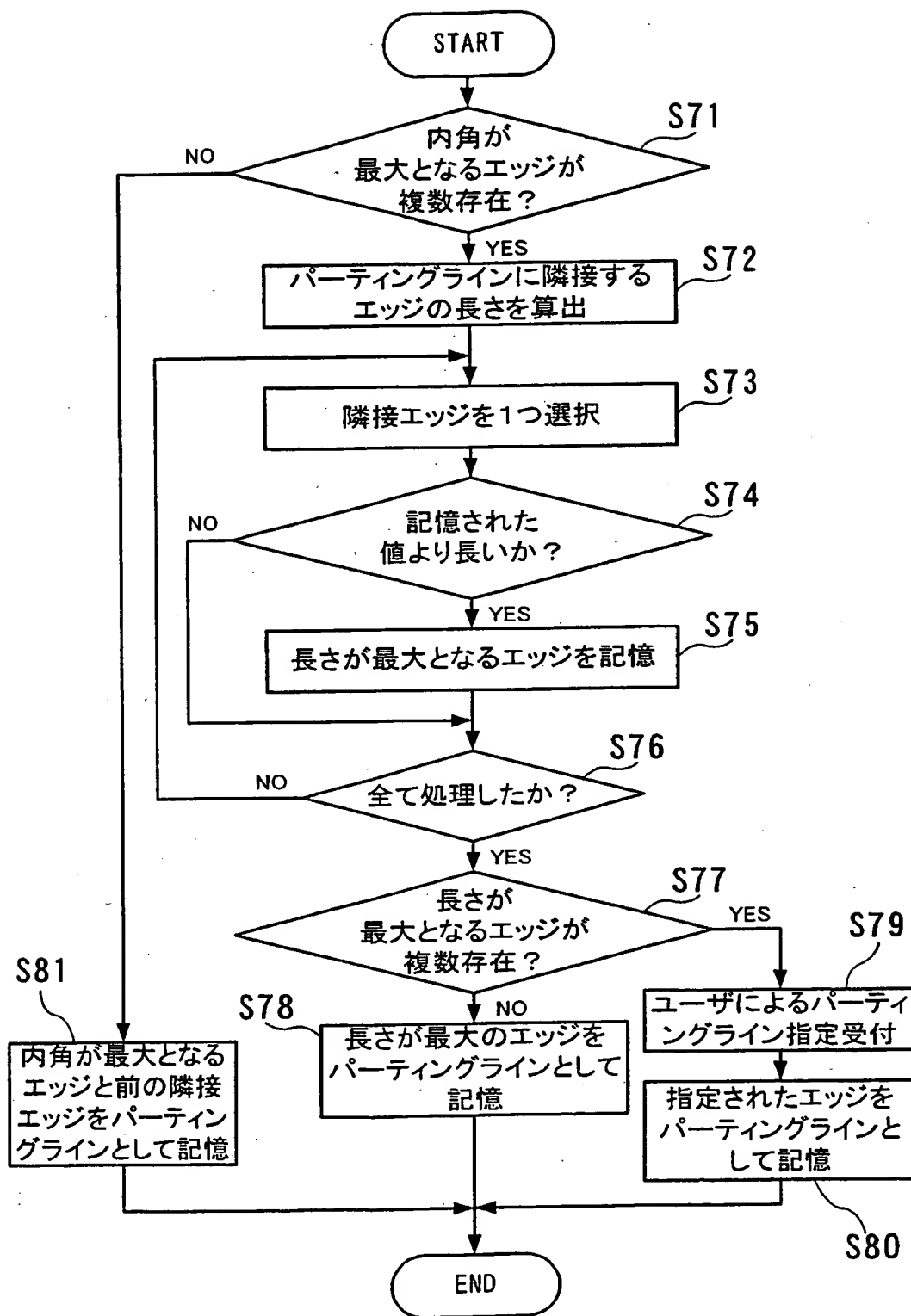


図 2 1

22/41

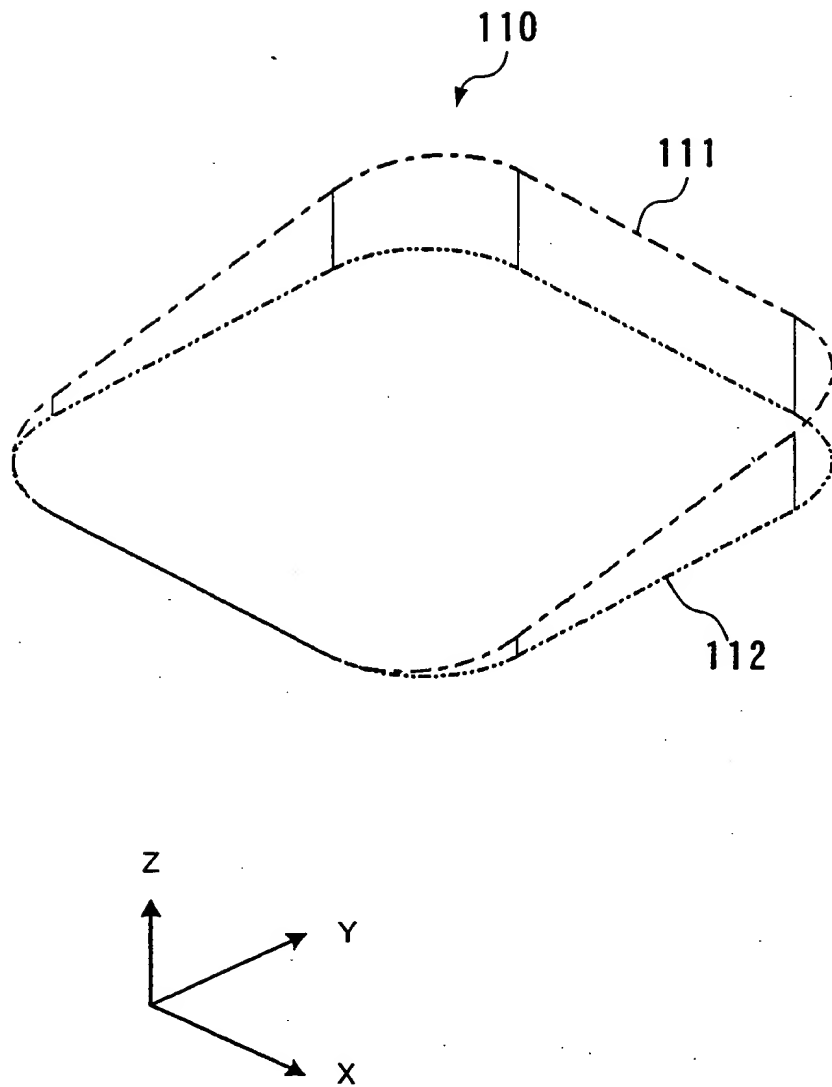


图 2 2

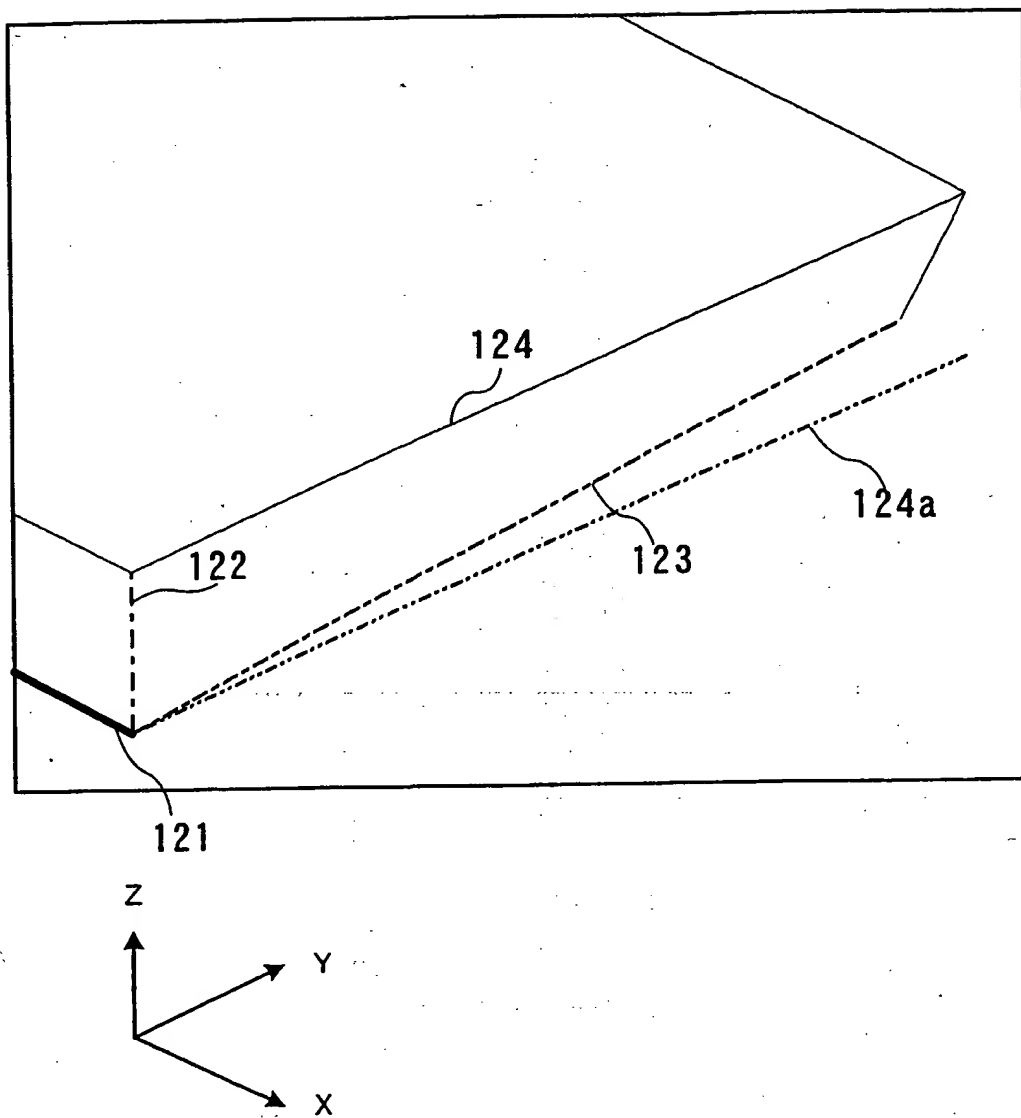


図 2 3

24/41

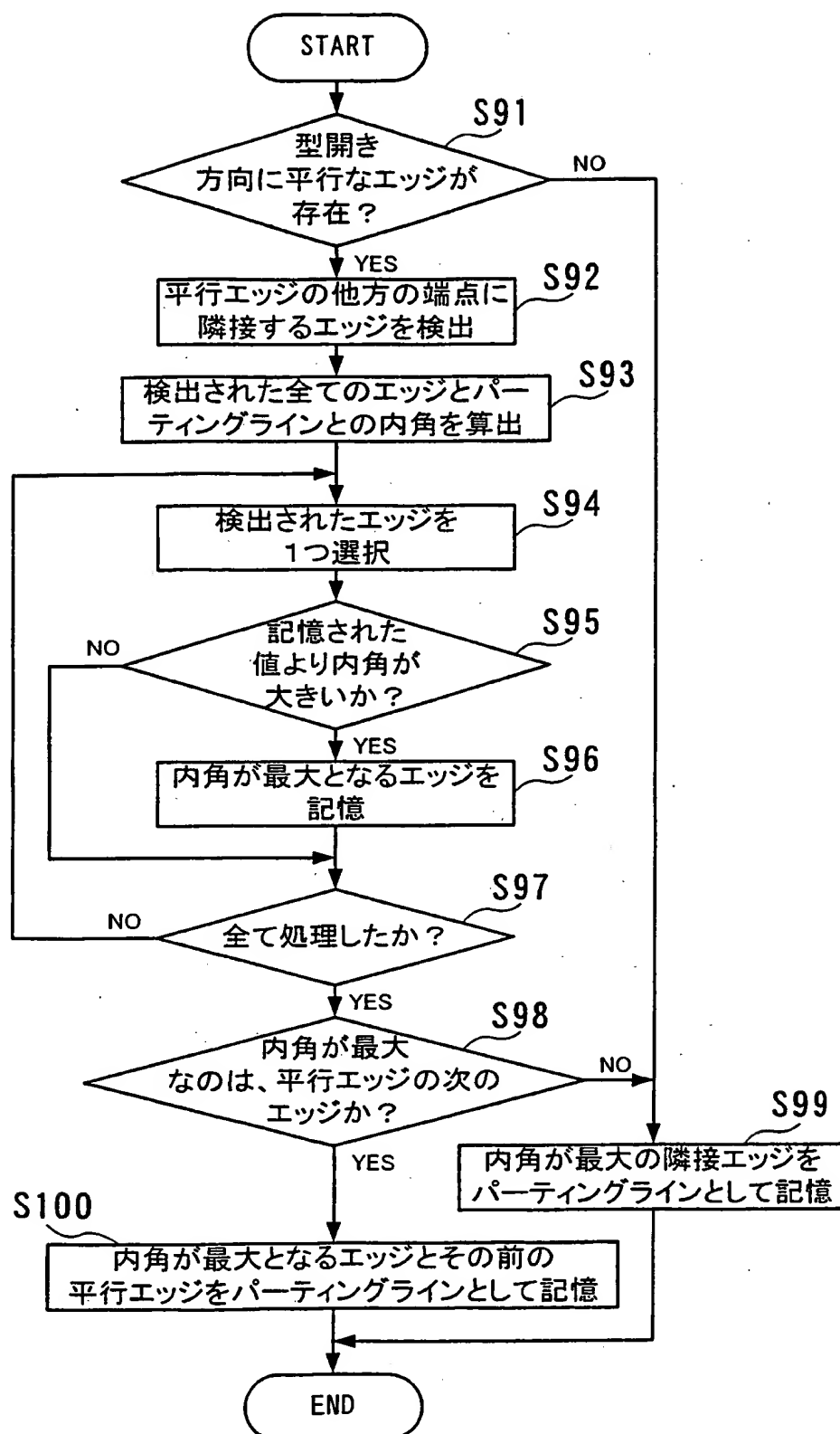


図 24

25/41

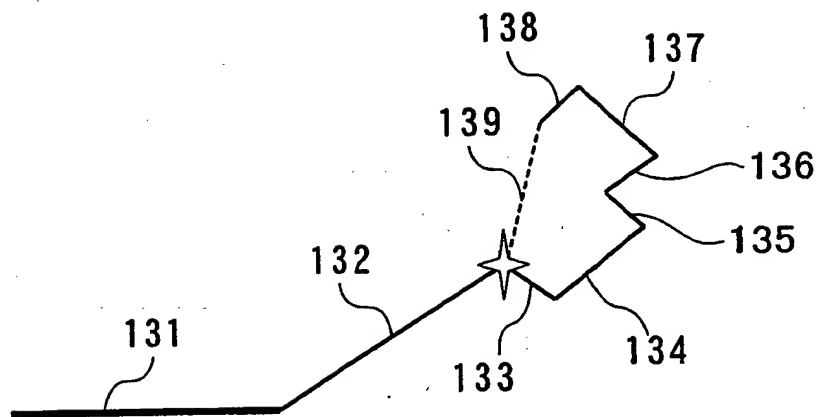


図 2 5

26/41

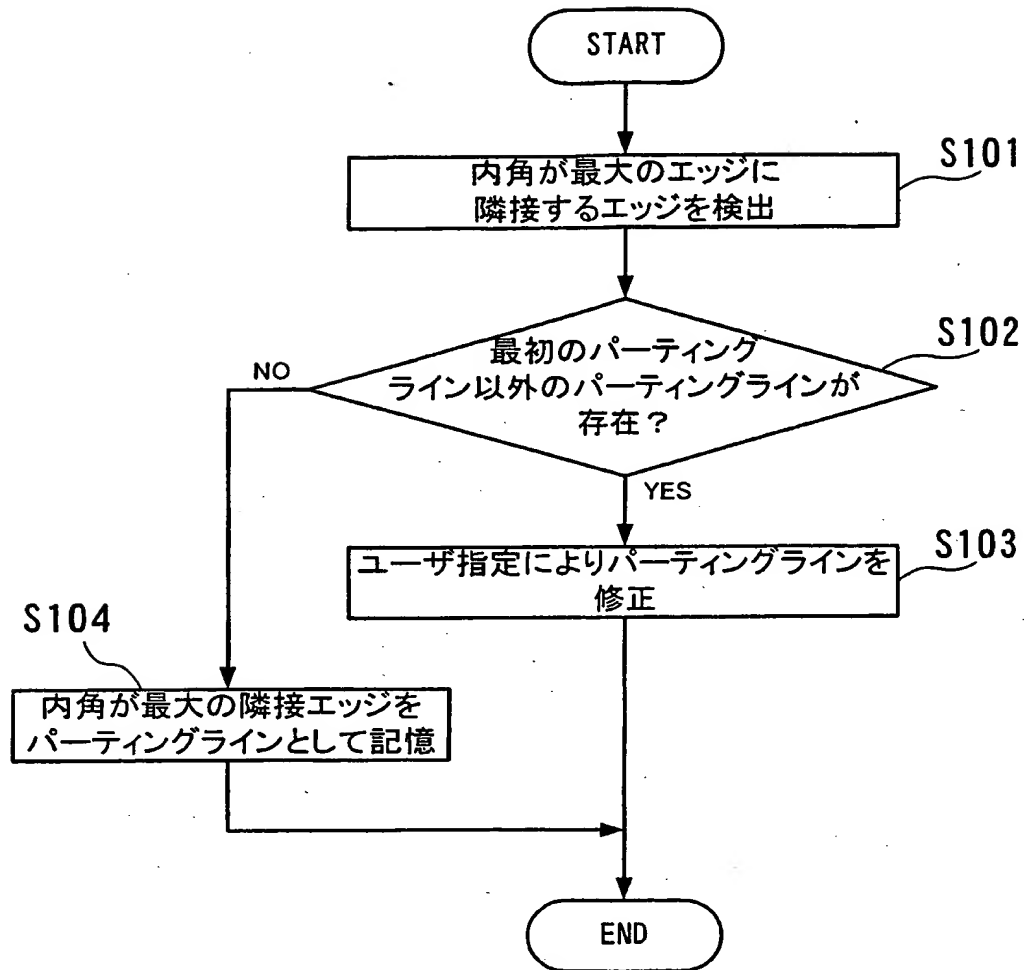


図 2 6

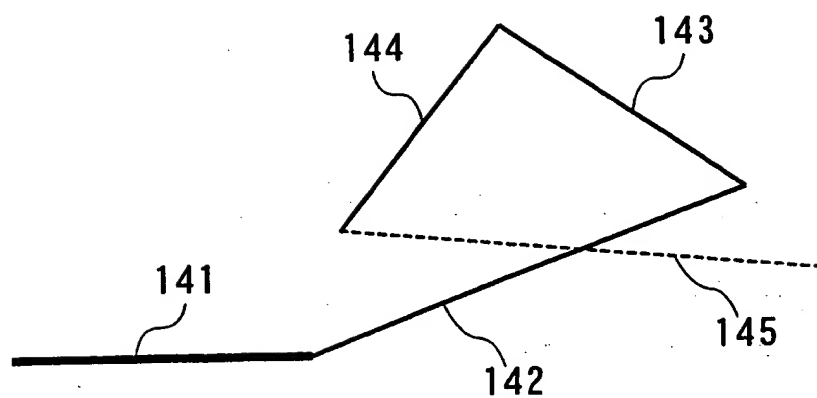


図 27

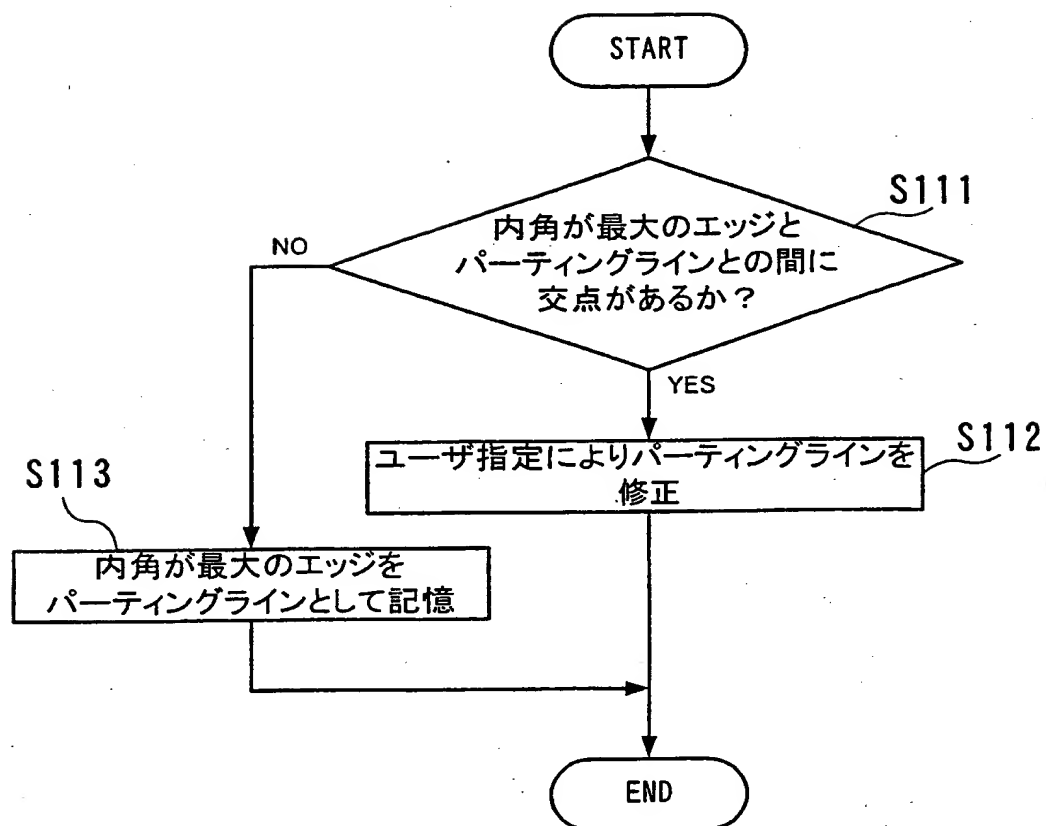


図 28

29/41

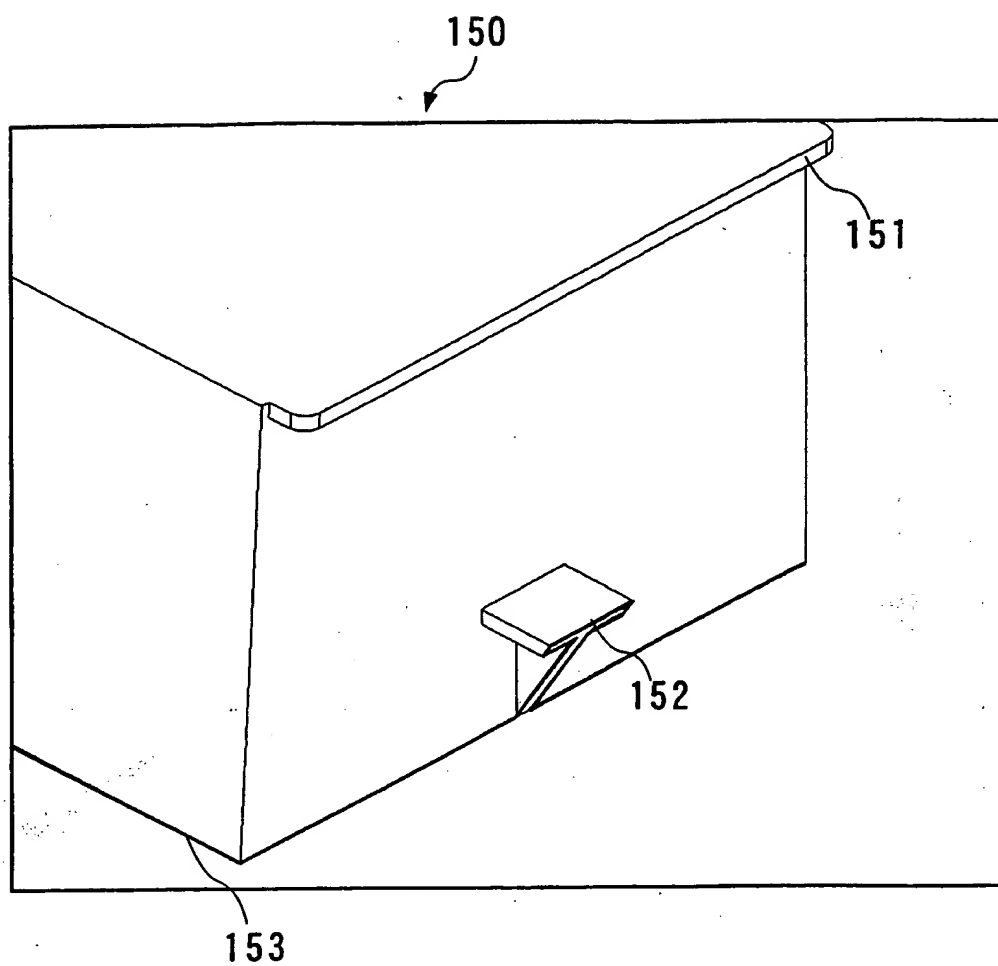


図 29

30/41

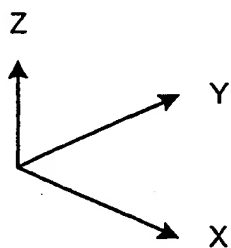
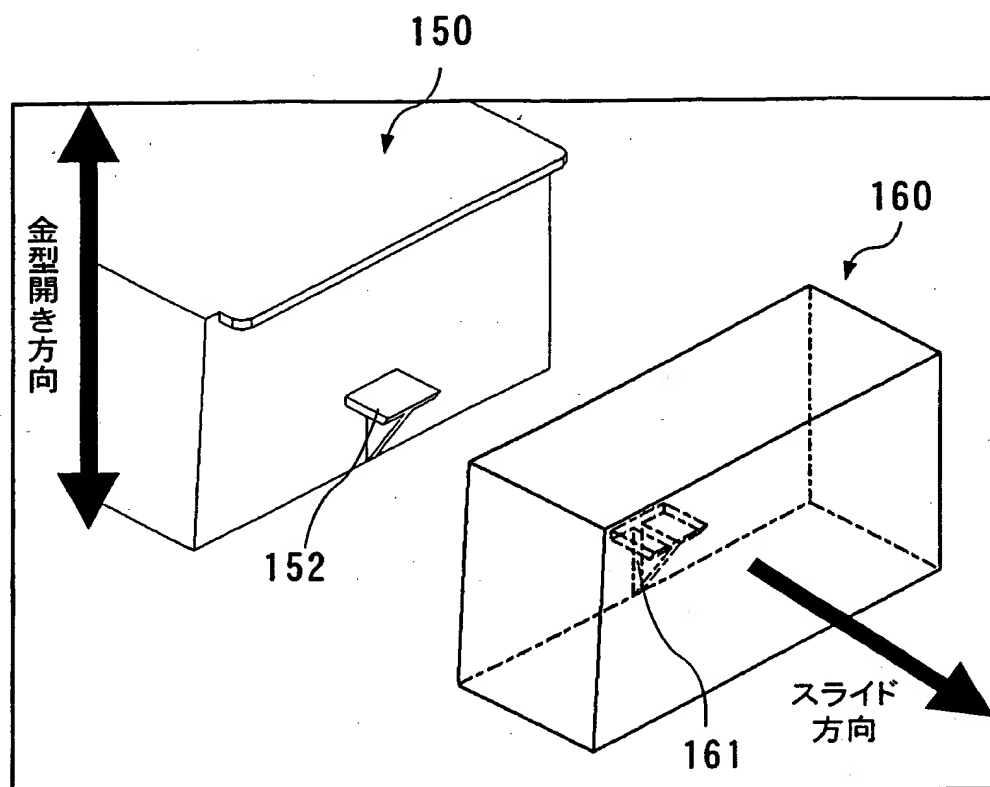


図 3 0

31/41

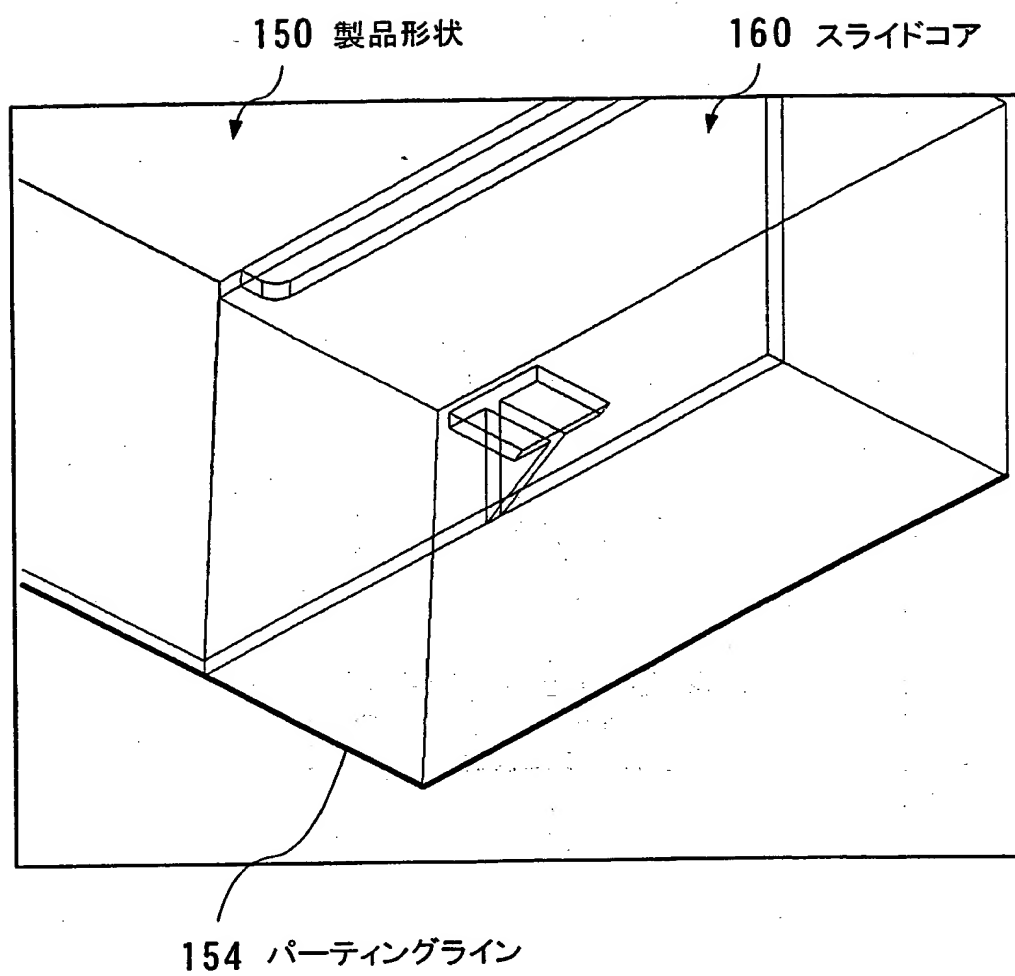


図 3 1

32/41

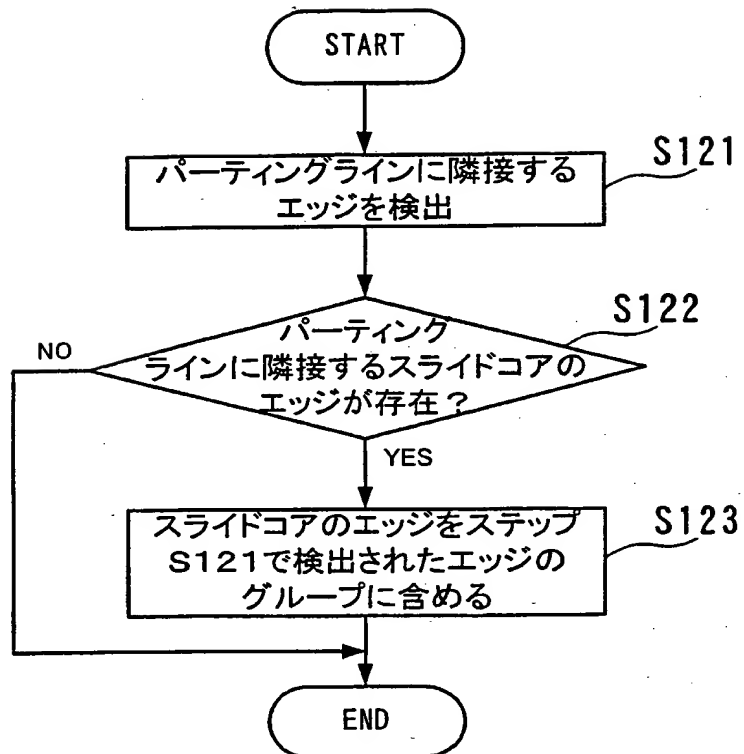


図 3 2

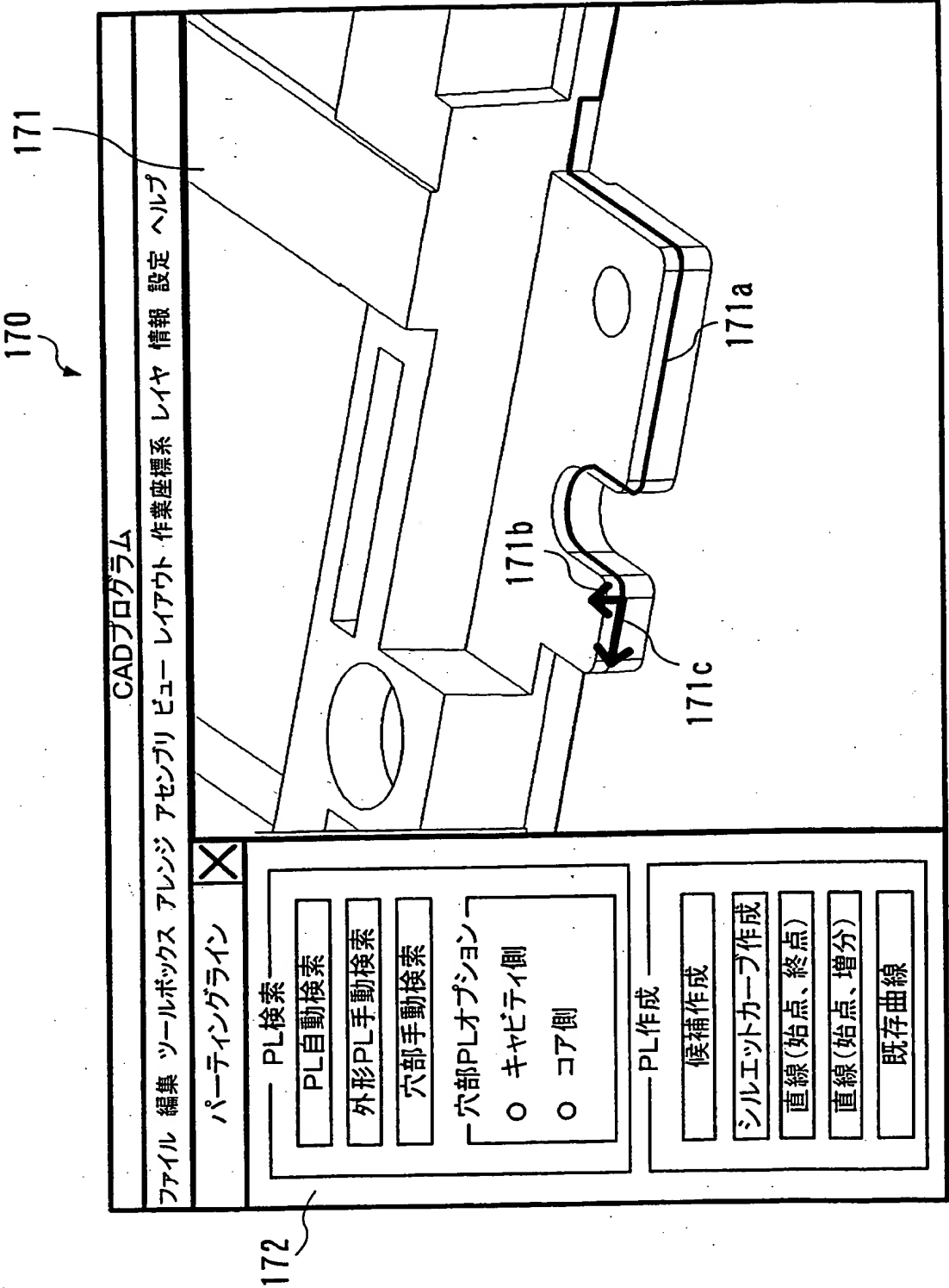


図 3 3

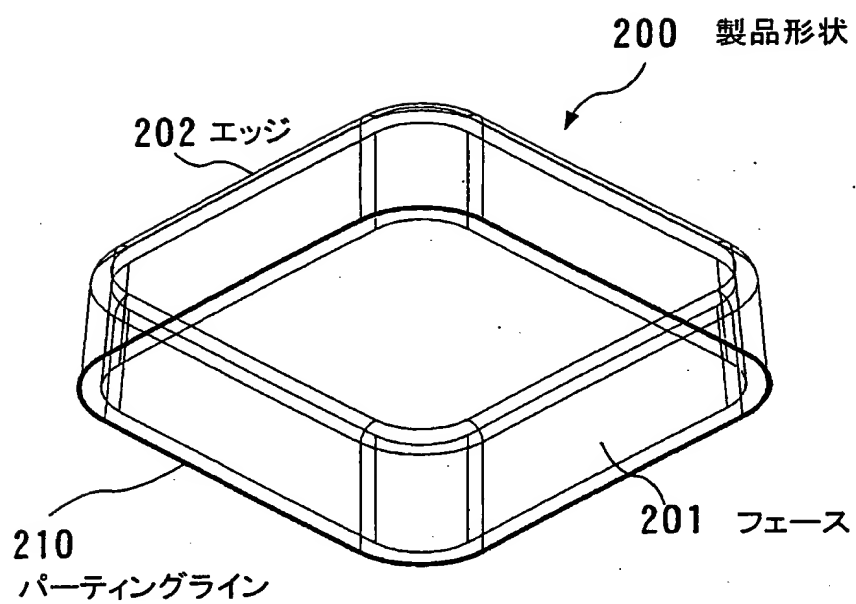


図 3 4

35/41

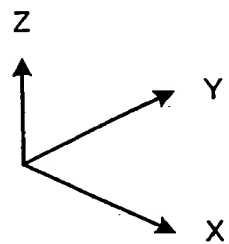
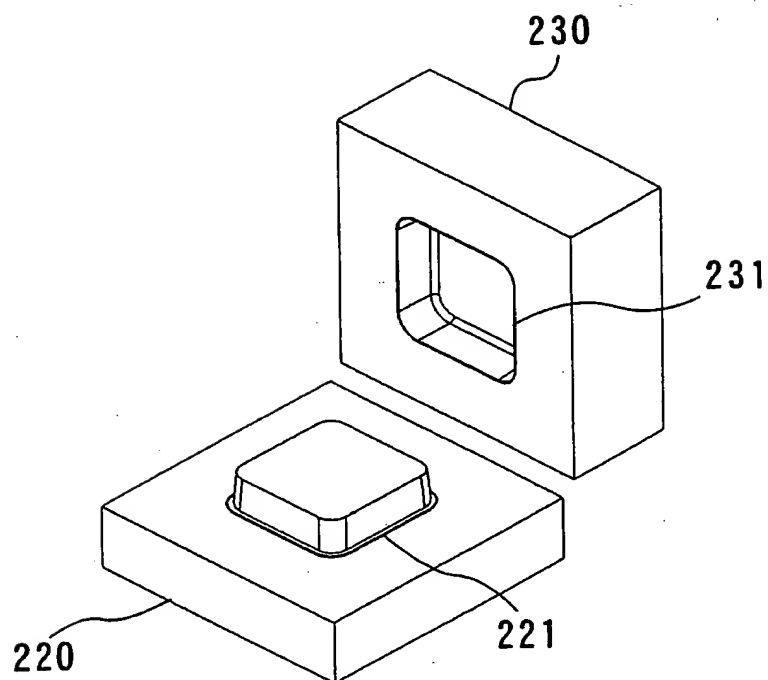


图 3 5

36/41

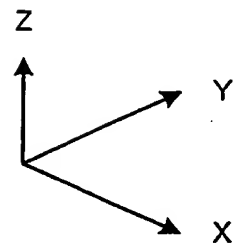
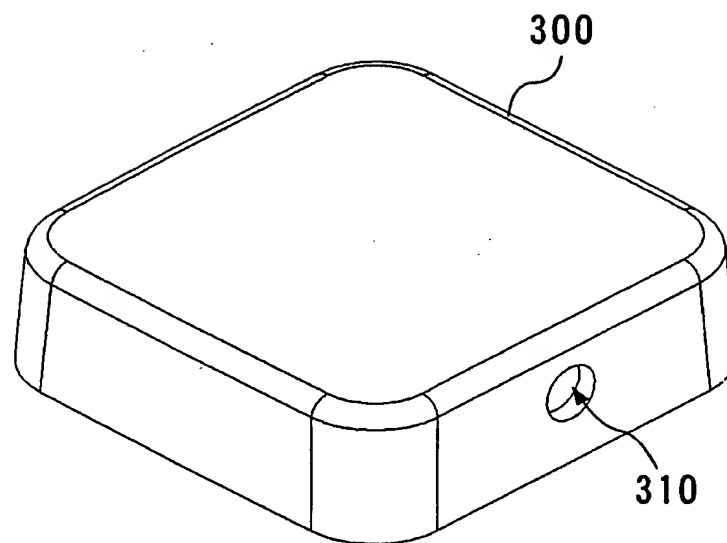


図 3 6

37/41

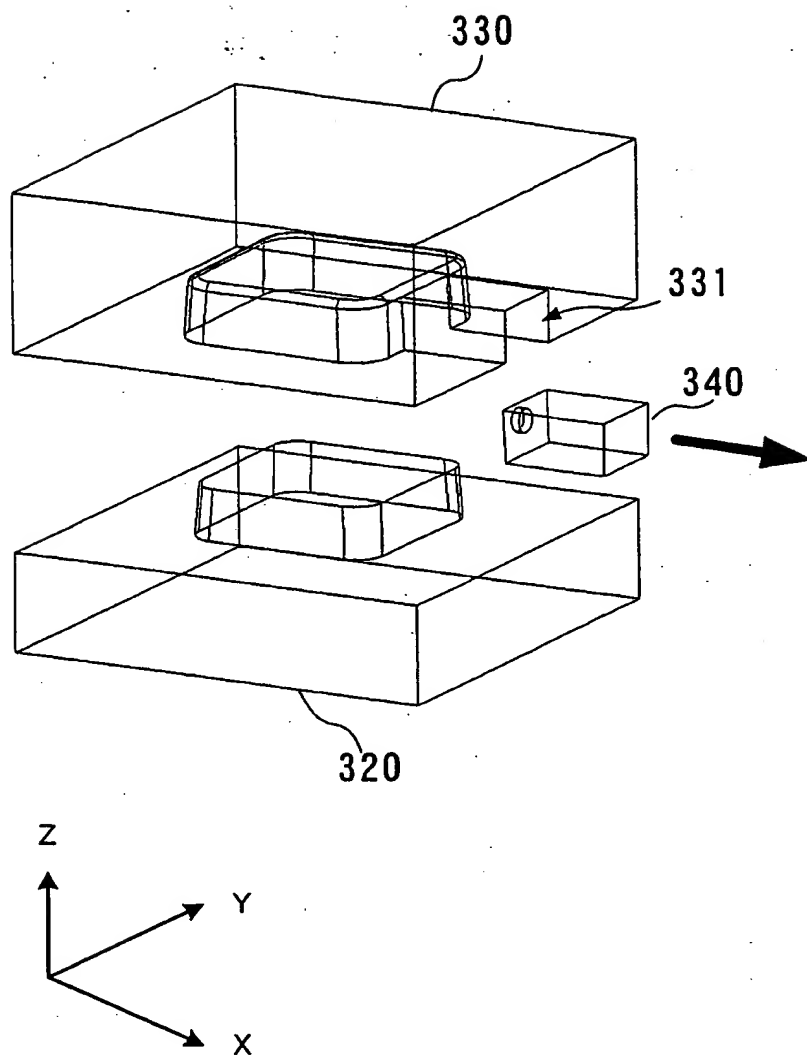


図 3 7

38/41

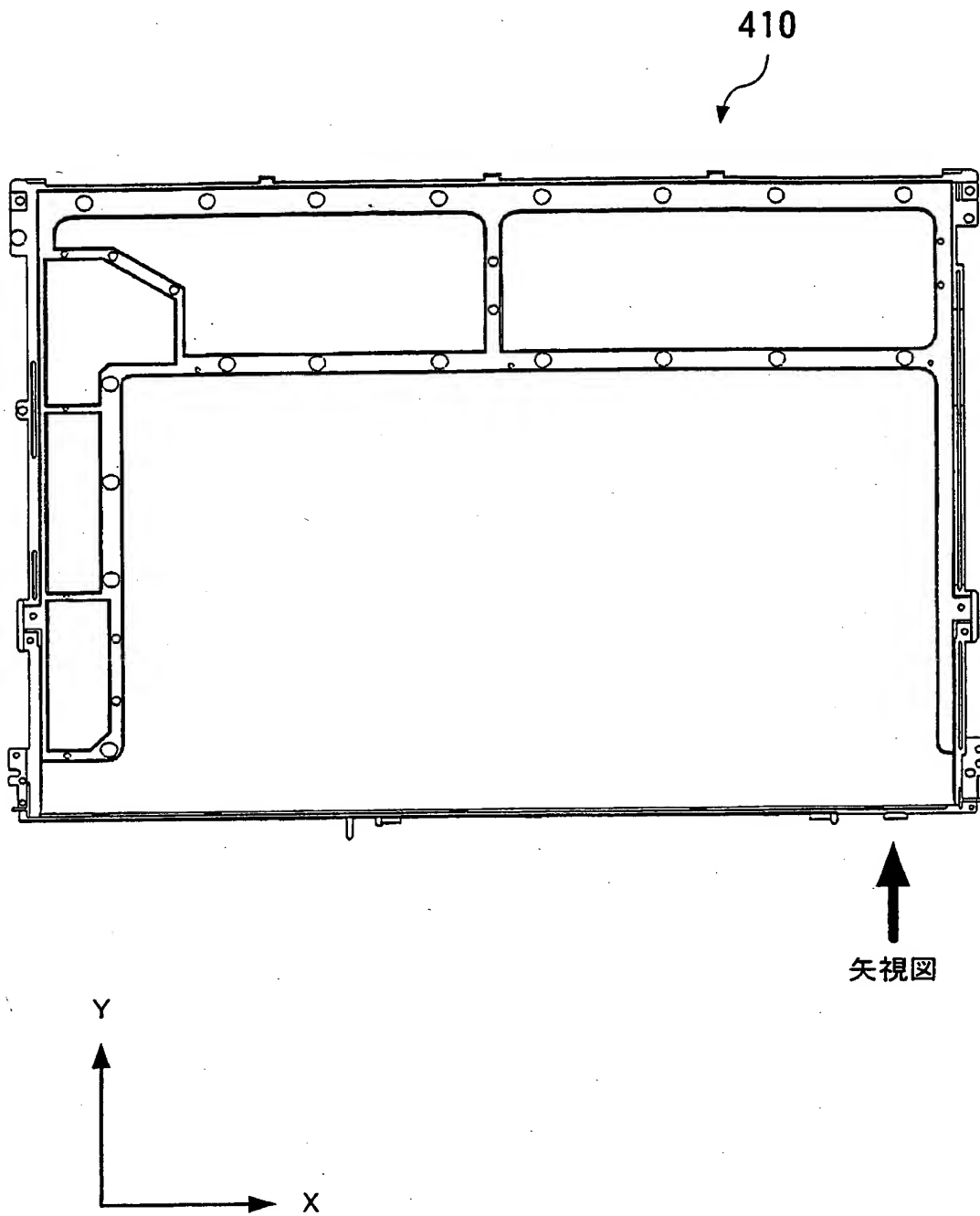


図 3 8

39/41

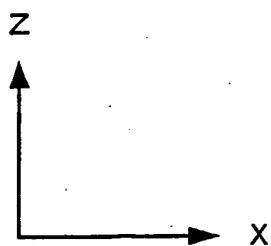
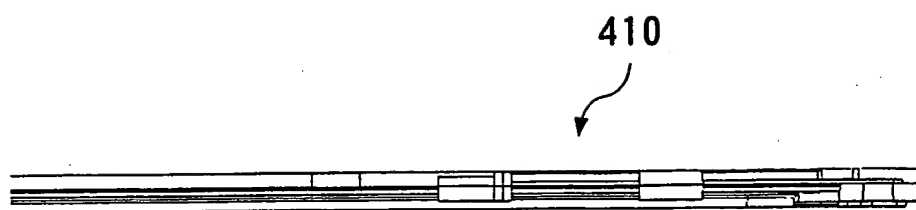


図 3 9

40/41

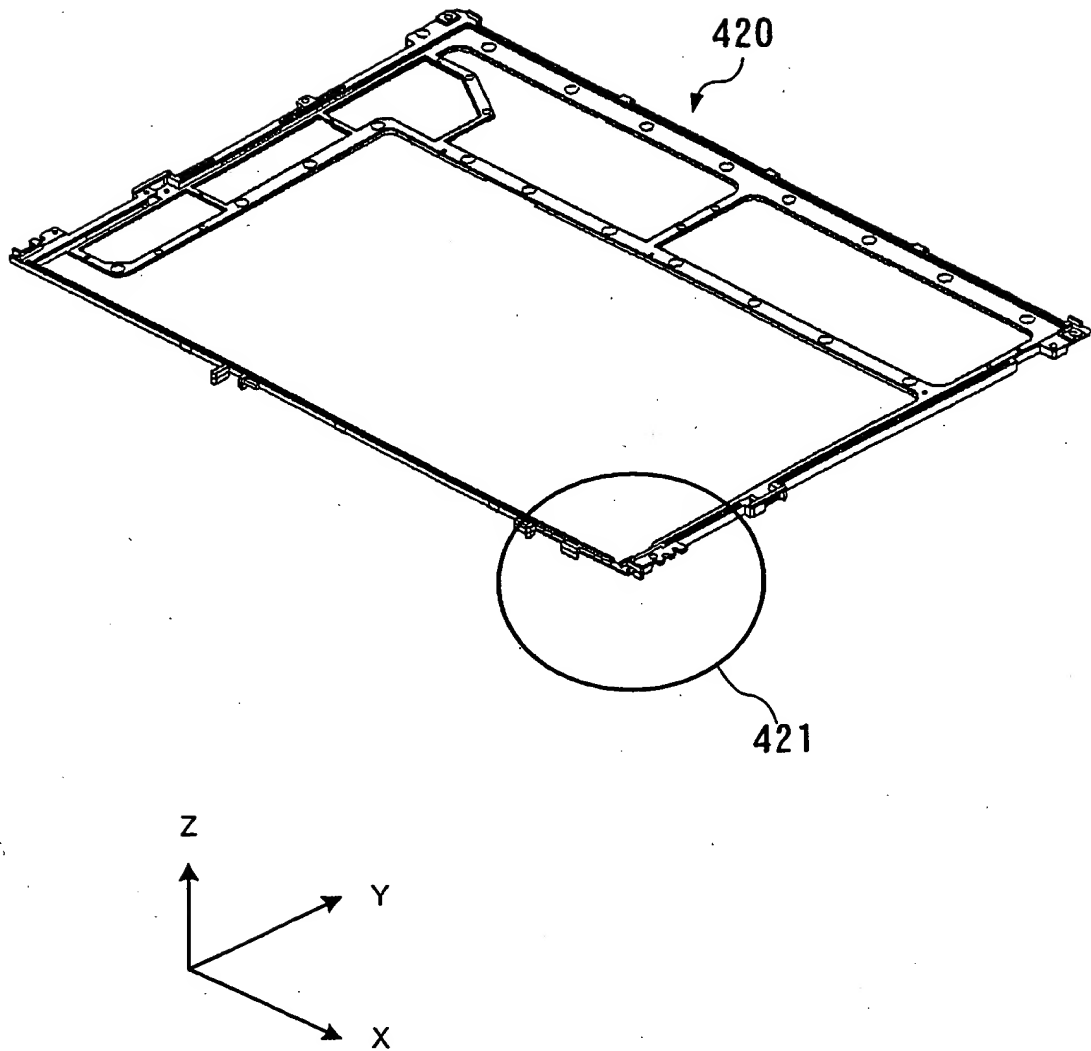


図 40

41/41

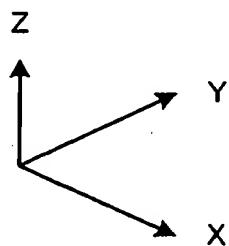
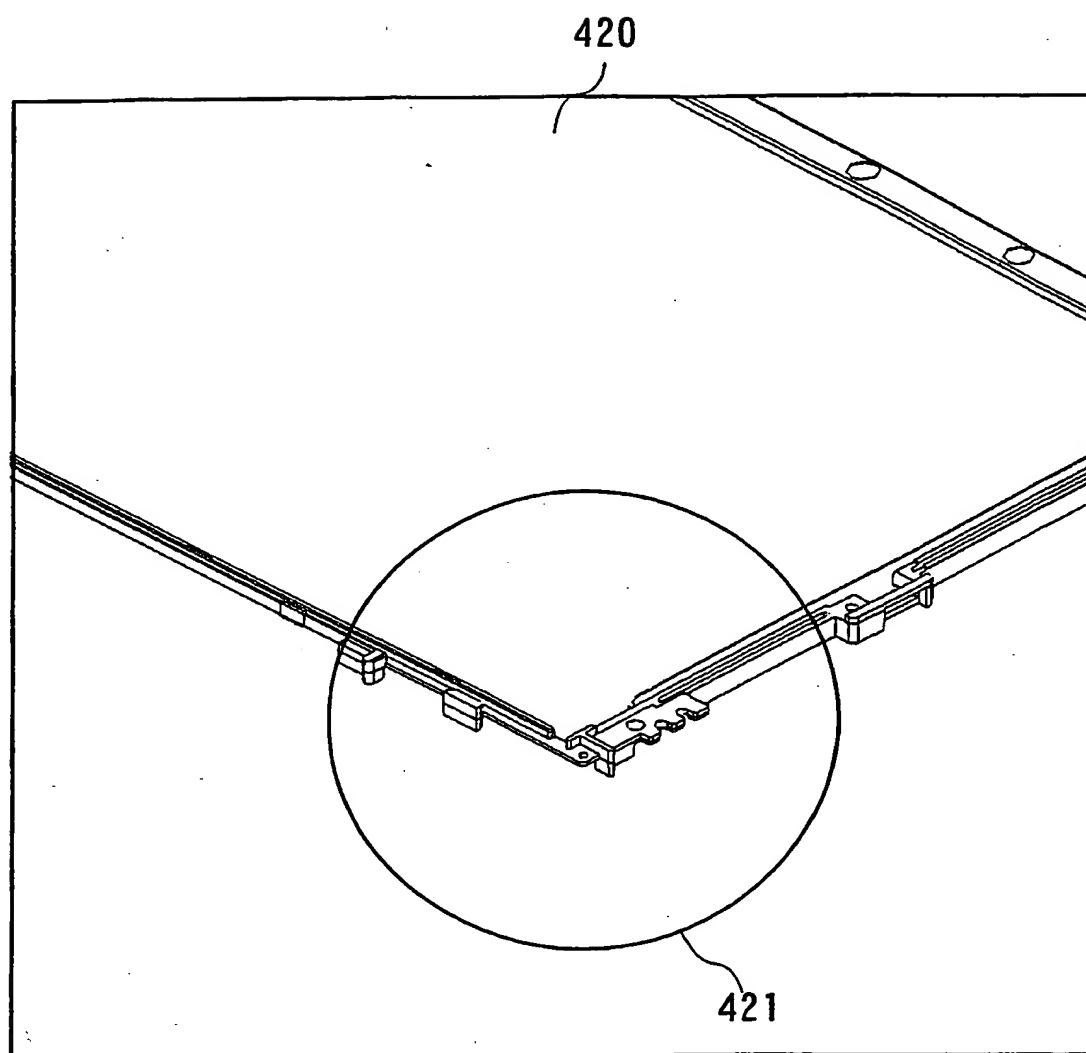


图 4 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/01815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ B29C45/26, B29C45/76, B29C33/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ B29C45/26-45/44, B29C45/76, B29C33/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 9-147144, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 6 June, 1997 (06. 06. 97) (Family: none)	1-11
A	JP, 8-300416, A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 19 November, 1996 (19. 11. 96) (Family: none)	1-11
A	JP, 7-152820, A (Toyota Motor Corp.), 16 June, 1995 (16. 06. 95) (Family: none)	1-11
A	JP, 7-296191, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 November, 1995 (10. 11. 95) (Family: none)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 June, 1999 (28. 06. 99)Date of mailing of the international search report
6 July, 1999 (06. 07. 99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁸ B 29 C 45/26, B 29 C 45/76, B 29 C 33/38

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁸ B 29 C 45/26-45/44, B 29 C 45/76, B 29 C 33/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国公開実用新案公報 1971-1999年
日本国実用新案公報 1926-1996年日本国登録実用新案公報 1994-1999年
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 9-147144, A (松下電器産業株式会社), 6. 6 月. 1997 (06. 06. 97) (ファミリーなし)	1-11
A	J P, 8-300416, A (積水化学工業株式会社), 19. 1 1月. 1996 (19. 11. 96) (ファミリーなし)	1-11
A	J P, 7-152820, A (トヨタ自動車株式会社), 16. 6 月. 1995 (16. 06. 95) (ファミリーなし)	1-11
A	J P, 7-296191, A (松下電器産業株式会社), 10. 1 1月. 1995 (10. 11. 95) (ファミリーなし)	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 06. 99

国際調査報告の発送日

06.07.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤友也

4 F

8824

電話番号 03-3581-1101 内線 3430